AN

INITIAL ENVIRONMENTAL EVALUATION

ON THE PROPOSAL TO CONDUCT

AIR LAUNCHED CRUISE MISSILE FLIGHT TESTS

IN THE

CANADIAN TEST CORRIDOR

Prepared By: Military Plans Coordination

Directorate of Military Plans and Operations
National Defence Headquarters, Ottawa
30 September, 1983

TABLE OF CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	1
PART I - AGM-86B FLIGHT SYSTEM	
System Description	1
Test Area	4
Test Scheduling	6
Test Objectives	6
Conduct of the Test	6
Aircraft Support	9
Safety Considerations	10
Flight Safety	11
B-52 Safety Criteria	11
Ground Safety	11
PART II ENVIRONMENTAL DATA	
Introduction	1
Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region	1
MacKenzie River Valley Region	7
Northeastern British Columbia	13
The Cold Lake Region	14
PART III - ENVIRONMENTAL EVALUATION	
Background	1
Emissions	1
Noise	4
Risk of Air Collision	7
Hazards from ALCM Failure	8
Social Effects	9
PART IV CONCLUDING MATERIAL	
Probable Adverse Environmental Effects and Mitigation	1
Conclusion	2

Annex A - Flight Termination System and Missile Recovery

Annex B - Preliminary Description of Hunting and Trapping Areas in the Inuvik and Ft. Smith Regions, N.W.T.

Annex C - Summary of Biologists' Comments and Quotable Quotes

Annex D - Hazards Calculations

Appendix 1 - Casualties - Common Accidents

Annex E - Population Library

EXECUTIVE SUMMARY

BACKGROUND

1. In accordance with the requirements of CFAO 36-50, an Initial Environmental Evaluation (IEE) has been conducted to identify any minor factors which may require further mitigation on the proposal to test the Air Launched Cruise Missile (ALCM) over Canadian territory. The Supplementary Environmental Assessment to the ALCM Candidate Environmental Impact Study for Development Tests 1979, produced by the J.H. Wiggens Company of Redondo Beach, California, was the basis for the IEE and the information contained was applied to the Canadian scene and context.

PART I

2. Part I of the IEE contains details of the Boeing AGM-86B ALCM and its associated systems. A detailed discussion of the test area, timing of the tests and conduct of the testing is followed by a short discussion on the support necessary to complete successful testing. This part also contains details of the safety criteria established for the missile test, support aircraft and the ground handling of the missile after recovery. Annex A is in support of Part I and is a detailed explanation of the missile Flight Termination System and the missile Recovery System.

PART II

3. The area of the test corridor has been divided into four environmentally significant and considerably different segments, the MacKenzie Delta - Beaufort Sea Region, the MacKenzie River Valley Region, Northeastern British Columbia and Northern Alberta - Cold Lake Area. Each of these areas is examined thoroughly for environmental characteristics such as topography, climate, industry, wildlife and human habitation.

PART III

4. There are five areas of concern that were examined in the IEE. Those that could produce significant environmental effects on the environment are:

a. Emissions - The emissions of effluents and particulate matter is an unavoidable consequence of the testing. However, the total amount of emissions are well below established Canadian standards. The infrequency of the tests and the total number of the tests to be conducted will not add significantly to emissions currently being experienced from general aviation traffic. The effect of emissions from support aircraft is negligible.

.../2

b. Noise - Noise produced by the ALCM may have some effect on wildlife in the immediate area of the missile flight path but the extent of this effect is purely speculative. The noise level of the ALCM is only slightly greater than that of a general aviation aircraft (Cessna 185), but will be of a much shorter duration because of the missile speed. Wildlife will be denied the visual and aural cues normally associated with general aviation traffic because of the speed and size of the missile, and as a result, no more than a startle reaction from wildlife may be expected. Route selection has avoided population centres and built up areas to minimize the effects of noise on humans.

c. Collision Hazard - Probability of collision between the ALCM and a general aviation aircraft is 4.6×10^{-6} over the entire route length using the worst case, assuming no evasive manoeuvres by either the ALCM or the aircraft. This figure is so small as to be negligible. Information prior to the tests will be disseminated to general aviation pilots informing them of the test times and areas to minimize the risks of in-flight collision. In addition, the flight test system exercises positive control of the missile at all times during its flight.

d. Impact Hazard - The route of the ALCM is generally over an area of low population and low population density. The maximum probability of missile failure and impact on a population area in Alberta is 10.0×10^{-6}. A direct comparison between the US and Canadian analysis can be made by referring to Annex D page 23 which compares the probability of impact per 100km of flight. Based on these figures, the probability of impact of the cruise missile causing real property damage or casualties is negligible. The probability that a fire will occur and be sustained after impact is 3.0×10^{-4}, and at best can be considered remote. The possibility that a fire will occur has been minimized by restricting the testing to the months of January, February and March when the entire route is snow covered.

e. Social Effects - There will be minimal social or economic effects on Cold Lake and surrounding area.

5. Annex C is a summary of wildlife biologists comments and excerpts from papers written on the subject of wildlife behaviour to aircraft noises. These reports vary in their opinions and no conclusion could be reached with any degree of certainty as to how wildlife would behave to the noise of the ALCM.

.../3

6. Annex D is a detailed study performed by Directorate Mathematics Statistics that shows the methodology used to determine the probabilities of impact of the missile, potential fire after impact and risk of mid-air collision between the missile and general aviation traffic. The calculations contained in Annex D are for all segments of the route and are based on Statistics Canada information.

PART IV

7. As a result of the discussion in Part I to III, it was concluded that the testing of the ALCM in the Canadian test area will have no significant impact on the environment.

INTRODUCTION

1. The Department of National Defence (DND) is the sponsor for the proposed testing of the Air Launched Cruise Missile (ALCM) over Canadian territory. In accordance with the Canada-United States Test and Evaluation Agreement (CANUS T&E) and Memorandum of Understanding, an environmental assessment was provided by the United States Air Force for Canadian review. The document called "Supplementary Environmental Assessment to the ALCM Candidate Environmental Impact Statement for Development Tests, 1979", was a source document for an initial environmental review by the DND and Department of Environment. The review revealed that the ALCM testing would have no significant environmental impact. It was recommended that an Initial Environmental Evaluation (IEE) be performed to apply the American experience to the Canadian scene and context. The IEE would also identify any minor factors which may need further mitigation and the appropriate actions could then be specified in the final ALCM proposal.

PART I - AGM 86B FLIGHT SYSTEM

SYSTEM DESCRIPTION

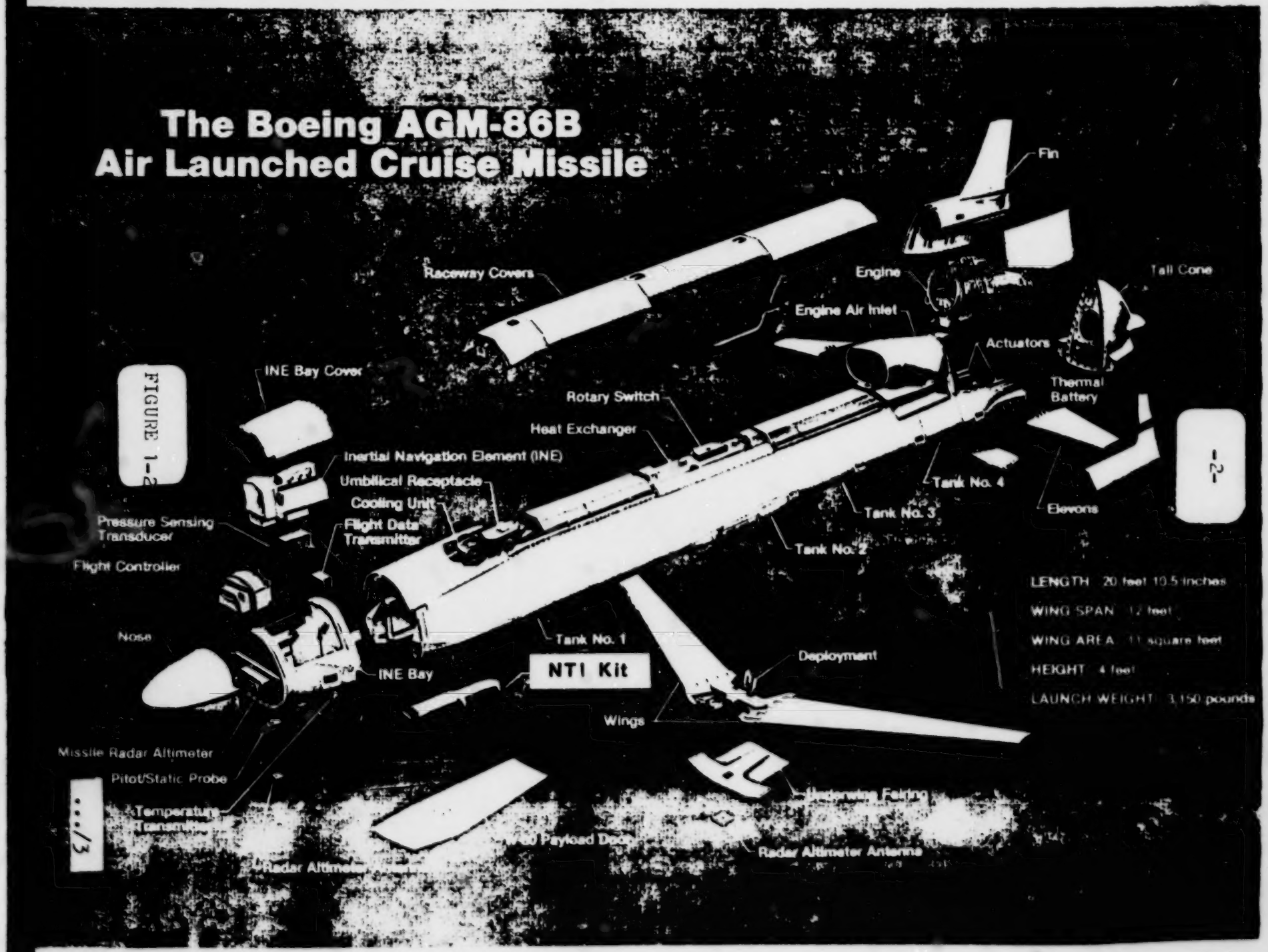
2. The AGM-86B ALCM, produced by the Boeing Aircraft Corporation, is a winged, subsonic, turbo-fan powered, air to surface cruise missile designed for employment on the B-52 aircraft. Physical characteristics of the missile are outlined in Table 1-1 with the vehicle illustration in Figure 1-2.

LENGTH	20.8 ft
MAXIMUM CORD (CONTROL SURFACES AND WINGS RETRACTED)	27.3 in
ELEVON SPAN	4.6 ft
WING SPAN	12.0 ft
WEIGHT AT LAUNCH*	3150 lbs
FUEL WEIGHT (LAUNCH)	LESS THAN 1,500 lb
ENGINE: TYPE	WILLIAMS F107-WR (TURBOFAN)
THRUST	600 lb
FUEL	JP-9/JP-10
OPERATIONAL RANGE	2500km (1350nm) NOMINAL
SPEED*	550 MILES PER HOUR (860km/h)
*APPROXIMATE	

TABLE 1-1

AGM-86B CHARACTERISTICS

.../2


The Boeing AGM-86B
Air Launched Cruise Missile
Fin
Raceway Covers
Engine
Tail Cone
Engine Air Inlet
Actuators
INE Bay Cover
Thermal Battery
Rotary Switch
Heat Exchanger
Inertial Navigation Element (INE)
Umbilical Receptacle
Cooling Unit
Tank No. 4
Tank No. 3
Elevons
Pressure Sensing Transducer
Flight Data Transmitter
Flight Controller
Tank No. 2
LENGTH 20 feet 10.5 inches
WING SPAN 12 feet
WING AREA 11 square feet
HEIGHT 4 feet
LAUNCH WEIGHT 3,150 pounds
Nose
Tank No. 1
INE Bay
NTI Kit
Deployment
Wings
Missile Radar Altimeter
Pitot/Static Probe
Temperature
Radar Altimeter Antenna
FIGURE 1-2
-2-
.../3

3. The complexity of the AGM-86B requires highly accurate data from several sources. The AGM-86B is equipped with an internal missile telemetry pack and a C Band Beacon. The internal Non-Tactical Instrumentation Kit (NTIK) is used by mission support aircraft to record telemetry data. The C Band beacon is used for terminal area tracking. An IFF for the ALCM is required for Canadian testing. The NTIK will be installed in the existing weapons bay of the ALCM. Pursuant to the CANUS Test and Evaluation agreement, no nuclear, chemical or biological material will be carried in the missile. Figure 1-3 is a diagramatic illustration of the mission aircraft and the control facility used for the testing.

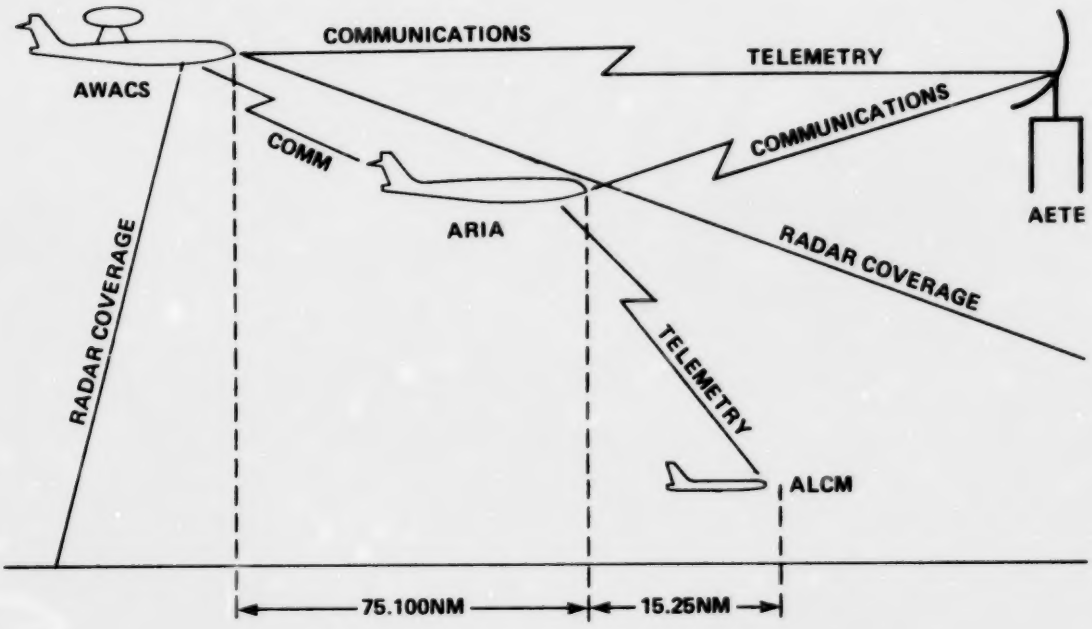


FIGURE 1-3

CONFIGURATION OF MISSION AIRCRAFT AND CONTROL FACILITY

.../4

TEST AREA

4. The ALCM tests will be conducted in a test corridor of 80 nautical miles (148km) in width and approximately 1350 nautical miles (2500km) long beginning at the northern coast of Canada with landfall east of the Mackenzie River delta. The corridor will generally parallel the Rocky Mountain Range along the MacKenzie Valley until it turns eastwards toward the Cold Lake Air Weapons Range (CLAWR) and terminates at the Primrose Lake Evaluation Range (PLER). The selected corridor will allow flying on realistic route lengths over operationally representative terrain in arctic and sub-arctic conditions. The test corridor is depicted on Figure 1-4. A typical test flight will last approximately 4.25 hours and cover a distance of some 1350nm (2500km) at altitudes ranging from 200 ft to several thousand feet above ground level and at speeds from .2 Mach to .9 Mach (generally about 550 knots 860km/h).

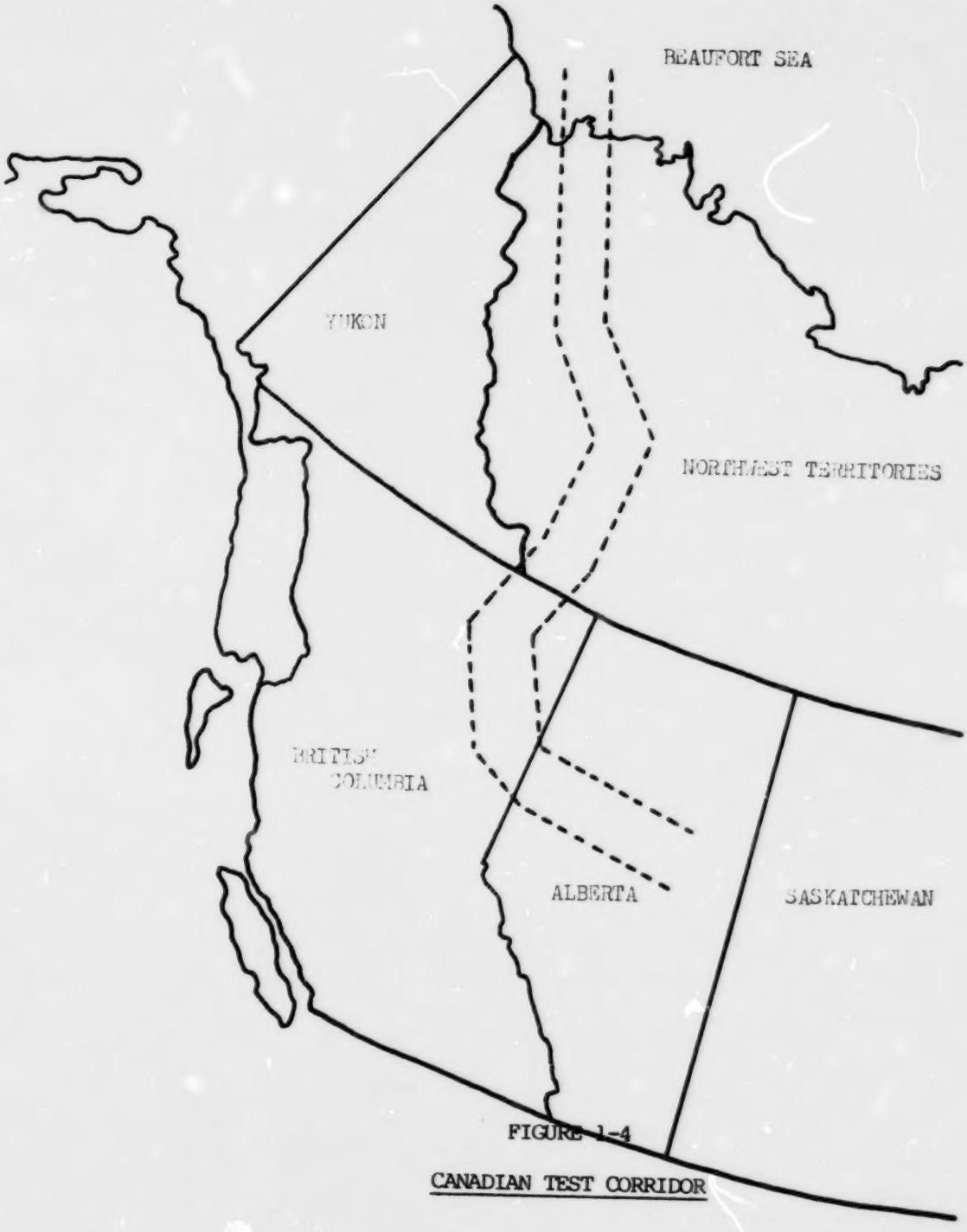


FIGURE 1-4

CANADIAN TEST CORRIDOR

.../6

5. An area within the Test Corridor has been identified for investigation of possible environmental impacts. It is the Environmental Corridor and is a 50 nm (93km) zone which has been selected for various scenarios and upon which all calculations and discussion are based. The Environmental Corridor has been divided into four distinct environmental zones and was selected to cover the area over which all possible flight routes of the ALCM could be flown. However, based on the US inland test experience, it is not expected that a malfunctioning missile will impact more than three and one-half nautical miles (6.5km) either side of the missile track.

TEST SCHEDULING

6. Four to six missions per year are planned for the Canadian Test Corridor dependent on U.S. and Canadian Test Route and range availability. These tests will be restricted to the months of January, February and March of each year for the duration of the CANUS Test and Evaluation Agreement. First tests are anticipated in February or March of 1984. A week between individual tests of the ALCM is desired for support aircraft turn-around and data analysis.

TEST OBJECTIVES

7. The Strategic Air Command (SAC) conducted test and evaluation is designed to evaluate the operational suitability and effectiveness of the Boeing AGM-86B and to determine its functional capability in an operationally representative environment. The information obtained from the tests will be used to verify ALCM performance over ice, snow and trees and evaluate the effects of cold weather and high latitude on the missile navigation system.

CONDUCT OF THE TEST

8. The Canadian Test Corridor and representative route have been presented to the Minister of Transport, Air Traffic Control representatives and other interested Canadian agencies. The test routes within the corridor will be selected to avoid built up areas, airports and population centres (as identified by DND and other responsible Canadian Government agencies) by a minimum of 5nm (9.3km).

9. Each test route will be flight checked prior to the initial ALCM test sortie by CF aircraft equipped with OMEGA to ensure that vertical obstructions have been properly identified and that built up areas are being avoided. Periodic flight checks may be required to update or verify route and terrain data. The flight check will also be used to verify population density and industrial development along the proposed route.

.../7

10. The ALCM will be launched from a B52 between approximately 1,000 feet AGL and 40,000 feet MSL. When stored on the launcher, the vehicles wings, tail surfaces and engine inlets are folded or retracted. After launch, the engine inlet pops out and the aero dynamic control surfaces are deployed. Concurrent with engine ignition, the wings unfold and the vehicle manoeuvres to its initial command altitude (between 200 feet and 5,000 feet AGL).

11. An inertial guidance system navigates the ALCM along the pre-planned flight path at a commanded speed and altitude. A radar altimeter employed with air data sensors provides the necessary altitude and speed for updating the guidance system. The guidance system employs a stored altitude, speed and horizontal position profile. The horizontal position points (way points) over which the vehicle is programmed to fly are also used as action points for altitude, speed and heading changes. Data from the sensors is also used in the TERCOM mode to update the ALCM's inertial position. Vehicle altitude and heading changes are controlled by a pair of elevons either by the internal navigation system or by remote control from the ARIA aircraft.

12. In order to ensure that the tests can be conducted safely, the test versions of the ALCM have additional modes of operation not included in the operational version. The AGM-86B has three modes of operation; the automatic guidance mode, offset mode and a manual mode of operation. In the event of conflicting flight paths the Mission Test Director, who is the mission commander, on board the ARIA can enable the offset mode and manoeuvre the ALCM to a new course and altitude parallel to the planned track by use of a Remote Command and Control system. When the original flight path is clear, the mission commander will command the ALCM to return to its original flight path and continue the mission on automatic mode. In the event of a vehicle malfunction, the mission commander by use of the manual mode, can either terminate the mission and initiate recovery or fly the missile to a recovery area.

13. Normal mission termination is scheduled over the PLER only. On termination, a recovery manoeuvre begins with an acceleration phase, followed by a maximum capability pull-up during which vehicle shut down begins and is completed during a coast phase. The recovery system shuts down the engine at an elevated altitude and then deploys a system of parachutes which control the descent of the ALCM to the ground. A typical recovery manoeuvre is illustrated in Figure 1-5.

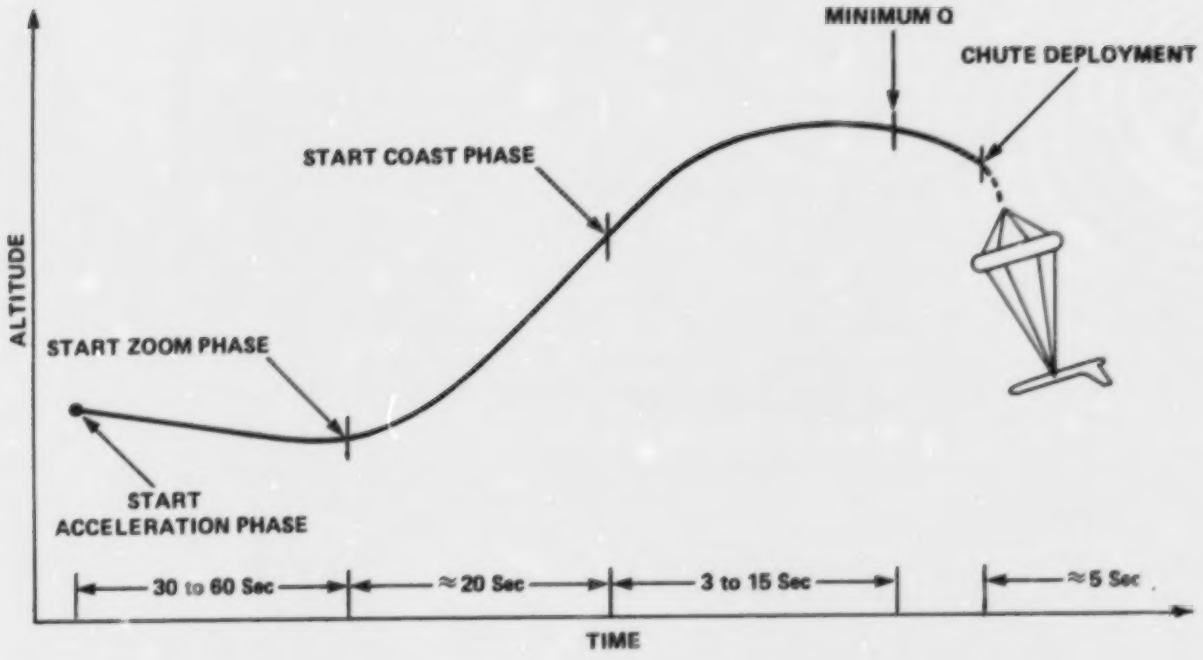


FIGURE 1-5

TYPICAL RECOVERY MANOEUVRE

.../9

AIRCRAFT SUPPORT

14. The following aircraft will be employed during the testing of the ALCM over Canadian territory:

a. B-52 - A B-52 will be the launch aircraft. The aircraft will stage from a U.S. base, proceed along a preplanned route and perform the high altitude missile alignment. The Mission Test Director aboard the ARIA aircraft will assume operational control of the mission prior to the launch. He will have the responsibility of ensuring all systems are correctly operating for the launch. After launch, the B-52 will recover at a U.S. base.

b. ARIA - The Advanced Range Instrumentation Aircraft (ARIA) will deploy to Eielson AFB, Alaska prior to any scheduled ALCM mission. The ARIA will take off and rendezvous with the B-52 to monitor the ALCM alignment status. After launch is accomplished, the ARIA will track the missile telemetry from approximately 29,000 feet MSL and 15-25 nm (28-40km) astern of the missile. A Canadian Forces Test Monitor will be aboard the ARIA aircraft with the Test Director to ensure compliance with Canadian regulations. He is responsible to monitor the overall safety of the mission and has the authority to cause the test to be terminated for safety reasons. Continuous communications will be maintained between the ARIA and the ground test facility at Cold Lake (AETE).

c. AWACS Aircraft - The AWACS aircraft will stage out of a US Base, and will rendezvous with the B-52 and ARIA. At each check point, the AWACS aircraft flying an offset position 40-100 nm (74-164km) behind the missile, will co-ordinate ALCM heading, airspeed and altitude changes with the SAC Test Director. In addition, the AWACS will monitor the test corridor for non-test aircraft. Should a conflict be identified, appropriate course changes will be commanded to the missile by the Mission Controller. The AWACS will remain in constant radio contact with the ARIA.

d. Tanker Support - KC10 or K135 refuelling aircraft will be required to support the B-52 and AWACS aircraft.

e. Recovery Aircraft - After ALCM flight termination at PLER, recovery personnel will be ground or air transported to the missile. After the missile is prepared for transport. It will be lifted to the PLER base camp by a Canadian CH135 helicopter.

.../10

SAFETY CONSIDERATIONS

15. Cruise missile testing has been conducted in the United States since 1976 with over 140 flights completed over California, Nevada and Utah over a variety of terrain. Although there have been several premature terminations and subsequent recovery action of the ALCM, the majority were during the Initial Operational Test and Evaluation and were the expected result of early problems encountered in the missiles development. The missile flight test system designed by the US and described in para 17, has been designed to reduce the chance of any damage to property or injury to people over the missile route. The safety record of the U.S. experience on ALCM tests has been excellent. As a result of this flight test system, no damage to real property and no injuries have occurred.

16. Canadian ALCM Flight Test System. ALCM testing in Canada will be conducted with the same care and testing as in the United States. In order to assure both ground and flight safety, the following actions have been taken:

a. flight routes have been selected to prevent the over flight of populated areas;

b. the flight routes are located in an area of light civilian traffic;

c. clearance from civilian air traffic is monitored by a combination of Air Traffic Control procedures and radar surveillance of the missile and its route of flight;

d. on board systems allow remote command and control of the missiles flight path and altitude as well as the positive termination of the flight at any time; and

e. accompanying aircraft will monitor the missiles systems and provide "on scene" command and control during the test flight.

17. AGM-86B Safety Systems. The AGM-86B has several features in its design to provide for the safe operation of the vehicle. They are:

a. The AGM-86B is equipped with provisions for termination of missile flight, or for remote command and control of the missile in the event of a navigation system malfunction. This Flight Termination System provides for the deployment of a small parachute which sharply reduces the vehicles forward velocity and permits a controlled if not soft landing restricting impact effects to a small area on the ground. This feature is activated by operator command, or

.../11

by the lack of a transmitted "fail safe" tone from the accompanying Advanced Range Instrumentation Aircraft (ARIA) in the event of loss of radio contact with the missile. (Annex A is a comprehensive discussion of the Flight Termination System).

b. The Remote Command and Control (RCC) feature provides the missile safety officer (aboard the ARIA aircraft) the capability to fly the missile to various offset tracks, headings and altitudes for traffic separation, or to a suitable recovery area.

c. The flight recovery system provides an additional capability to provide a control recovery of the missile in the event of an impending failure.

FLIGHT SAFETY

18. Prior to approval to utilize the US ALCM Inland Routes, the test corridors for the US tests, extensive studies were completed for the ALCM Combined Test Force. The study concluded that the probability of an ALCM encountering a person, house, structure or a vehicle during a premature termination was less than one in one million over the entire length of the route. Based on the experience of the United States ALCM Inland Route, which includes medium density population areas in Southern California, the probability of a mishap causing injury or damage to Canadian persons or property is further reduced due to the low density population within the Canadian ALCM Test Corridor.

B-52 SAFETY CRITERIA

19. Prior to takeoff, normal peacetime criteria for safety related equipment necessary for flight will apply. Once the B-52 is airborne, where systems malfunctions occur in the mission, their effect on flight safety will be evaluated by the crew. The B-52 aircraft will notify the Test Conductor as soon as possible of any system abnormalities or degradations and a resolution to the problem will be coordinated between the two parties. If equipment deemed essential for aircraft/missile safety fails, the mission will be aborted.

GROUND SAFETY

20. Certain materials contained on board the AGM-86B as part of the propulsion or control systems require special handling. They are:

a. Electro-Explosive Devices. Electro-Explosive Ordnance Devices (EEDs) are used in the AGM-86B to deploy the aero-surfaces, start the engine, open or close fuel containment and transfer valves, activate the flight termination

.../12

recovery parachute systems, and to activate the thermal battery. Procedures are in place for the safe handling and storage of the EED's on flight termination and recovery. These EED's are considered as Class "C" explosives based on Ministry of Transport parameters.

b. JP-9/JP-10 Fuel Handling Precautions. The ALCM currently uses JP-9 and JP-10 fuel. JP-9 is a high density, synthetic hydrocarbon fuel. JP-10 is a synthetic saturated polycyclic hydrocarbon and is a single chemical entity identified as tricyclodecane. Extensive JP-9 and JP-10 toxicology tests have been done by the USAF Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson AFB, Ohio. Acute and chronic toxicity studies defined recommended exposure limits for the constituents of JP-9 including the JP-10. The studies demonstrated the low order of toxicity of the JP-9 constituents as reported to the NATO/AGARD Specialists Aerospace Medical panel meeting held 15-19 Sep 80 in Toronto, Ontario, Canada. The JP-9 and JP-10 fuels are very odiferous and this strong smell assists in limiting one's voluntary exposure to the fuels. There are no exotic hazards presented by either JP-9 or JP-10.

PART II - ENVIRONMENTAL DATA

INTRODUCTION

1. The route of the ALCM within the Canadian Test Corridor takes it over four distinct environmentally significant areas, the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region at the northern end of the test corridor, the Mackenzie River Valley parallelling the route for the major portion of its length, the Northeastern portion of British Columbia and the Northern Alberta - Cold Lake Region. These areas are discussed in greater detail in the succeeding paragraphs. It should be noted that the tests will be restricted to January, February and March of each year.

THE BEAUFORT SEA - MACKENZIE DELTA REGION

CLIMATE AND GENERAL TOPOGRAPHY

2. The Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region has been well documented in recent years by the many research projects for oil producers. This region lies within the Arctic Circle where there is a period of darkness in winter of over a month and a half and average winter temperatures of -30°C. The long Arctic winter is characterized by the Arctic Inversion and has been described as "persistent" cold rather than "extreme" cold. This Arctic Inversion can cause fog and ice crystals to concentrate near the earth's surface and fail to disperse. It occurs most commonly at night when the earth's surface radiates heat into outer space and surface temperatures drop.

3. In the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region, there is relatively low annual precipitation. This is due to the low frequency of storms as well as the limited capacity of cold air to hold moisture. Of the precipitation that does occur, most falls during July and August. Freezing precipitation in the form of freezing drizzle, usually occurs in the fall with somewhat less in the spring. Average snowfall is approximately 6 millimetres a month during the winter.

4. General visibility in the clear Arctic air is high. During the winter months, reflection of moonlight from snow and ice and the long twilight period brighten the Polar night.

5. Landfast ice usually begins to form in the Beaufort Sea Region around October and extends seaward. It reaches a thickness of approximately two metres by April.

6. There is a large freshwater runoff from the MacKenzie River which drains about 18% of Canada's land area. Its mean annual flow is

.../2

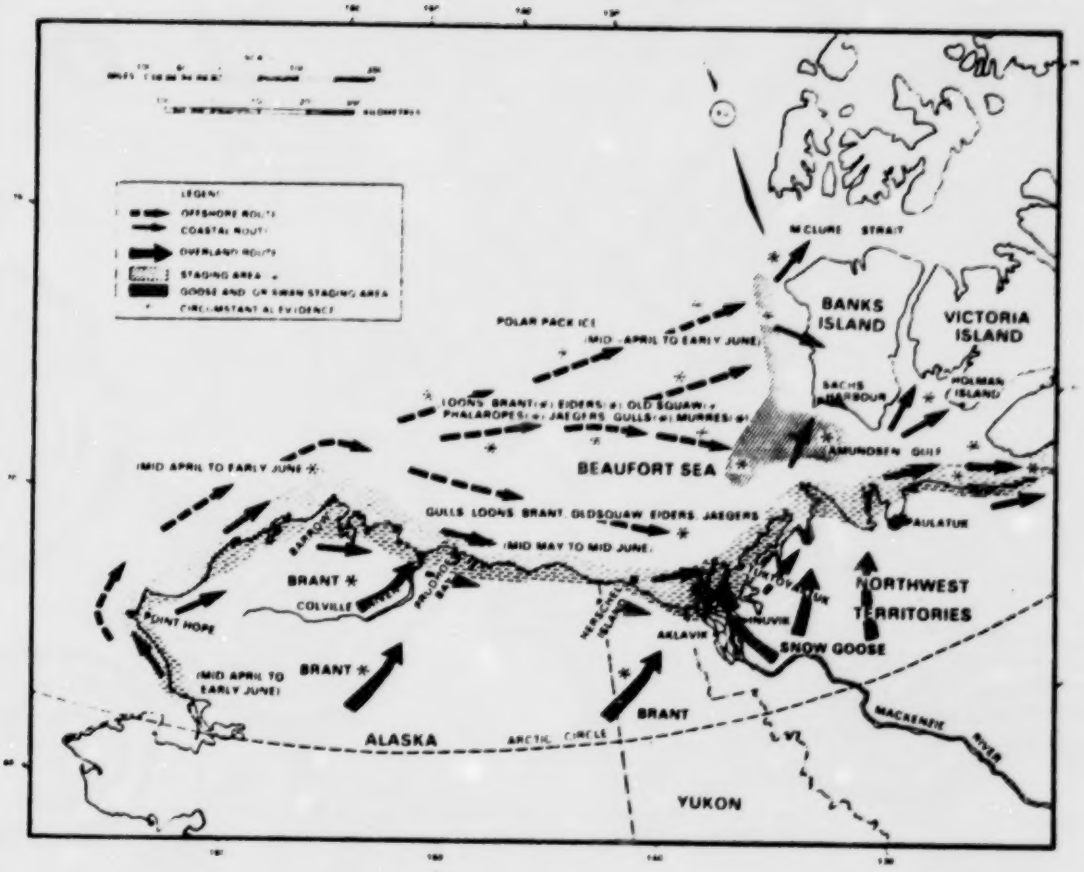
around 10,000 metres per second and can peak to about 42,000 metres per second near the end of May. The MacKenzie Delta is nearly level and rises to only 10-15 metres above sea level near Fort McPherson. It contains numerous lakes and streams. The entire area is underlain by permafrost which can be 20-60 metres thick in places, but is absent under the major river channels. Dominant vegetation consists mainly of lichens and mosses.

WILDLIFE

7. Of the many species of marine mammals which inhabit the area, the primary mammals include bearded seals, ringed seals, polar bears, Arctic foxes, bowhead whales and white whales. There are 43 species of fish and 120 species of birds in the area. Of the 120 bird species, eight of these resting in this region are thought to have low or declining populations and two of these are considered to be endangered. These are the Eskimo Curlew and the Perigrine Falcon.

8. The most common fish in the coastal waters are Arctic char, Arctic cisco, least cisco, fourhorn sculpin and Arctic cod.

9. Of the many species of terrestrial mammals in the Delta area, the most important ones upon which local hunting and trapping depend on are caribou, moose, grizzly and black bears, muskrat, Arctic fox, marten, lynx and Dall's sheep. Birds which inhabit the area include waterfowl such as swans, geese and ducks; raptors such as hawks, eagles falcons and owls; shore birds and passerines. Bird migration pathways are shown in Figure 2-1 and are in the region of the ALCM Test Corridor but migration is shown to take place between mid-April to mid-June. Caribou winter and spring migration routes are shown in Figure 2-2, and are in the general area of the Test Corridor.

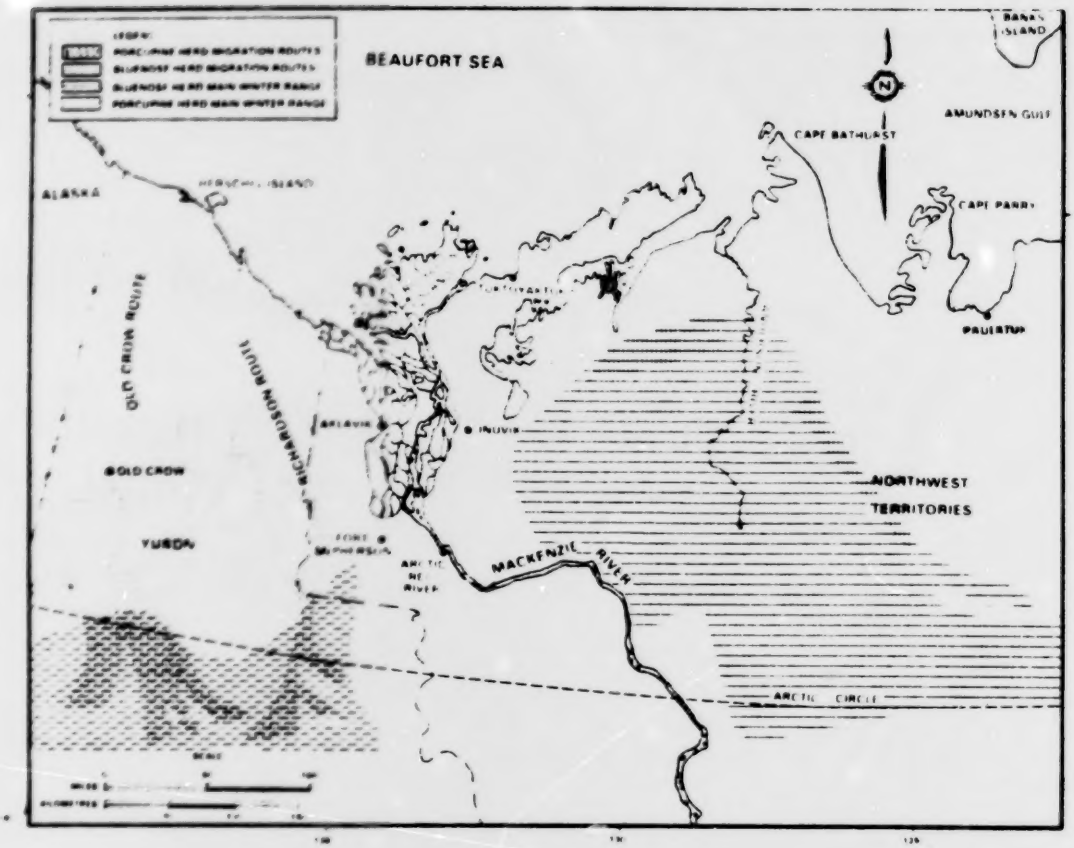


Summary of the spring migration routes of birds through the Northeast Chukchi-Beaufort region.

FIGURE 2-1

Taken from "Beaufort Sea MacKenzie Delta Environmental Impact Study" prepared by Dome Petroleum Ltd, Esso Resources Canada Ltd and Gulf Canada Resources Inc.

.../4



Caribou winter range and spring migration routes. Both the Porcupine and Bluenose herds are noted for their long distance migrations from wintering ranges in the northern boreal forests to summer ranges in coastal tundra areas.

FIGURE 2-2

Taken from the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Environmental Impact Study.

.../5

SPECIAL ECOLOGICAL AREAS

10. Some areas in the region that have been recognized for their unique physical and ecological characteristics were also considered in route planning. These are:

a. Areas of interest to Parks Canada and wildlife sanctuaries which have been granted special status.

b. Areas identified under the International Biological Programme (IBP) such as shown in Figure 2-3. IBP sites are areas which exhibit vegetation characteristic of the region, and are designated as such by an international group of environmental specialists.

THE PEOPLE

11. There are approximately 7,000 people who inhabit the Delta Region; more than half are native Inuit, Dene and Metis. They have a strong sense of tradition and a dependence on regional animals for subsistence. Hunting, trapping and fishing are essential to many communities. Other communities are affected by government transfer payments and oil and gas exploration and development.

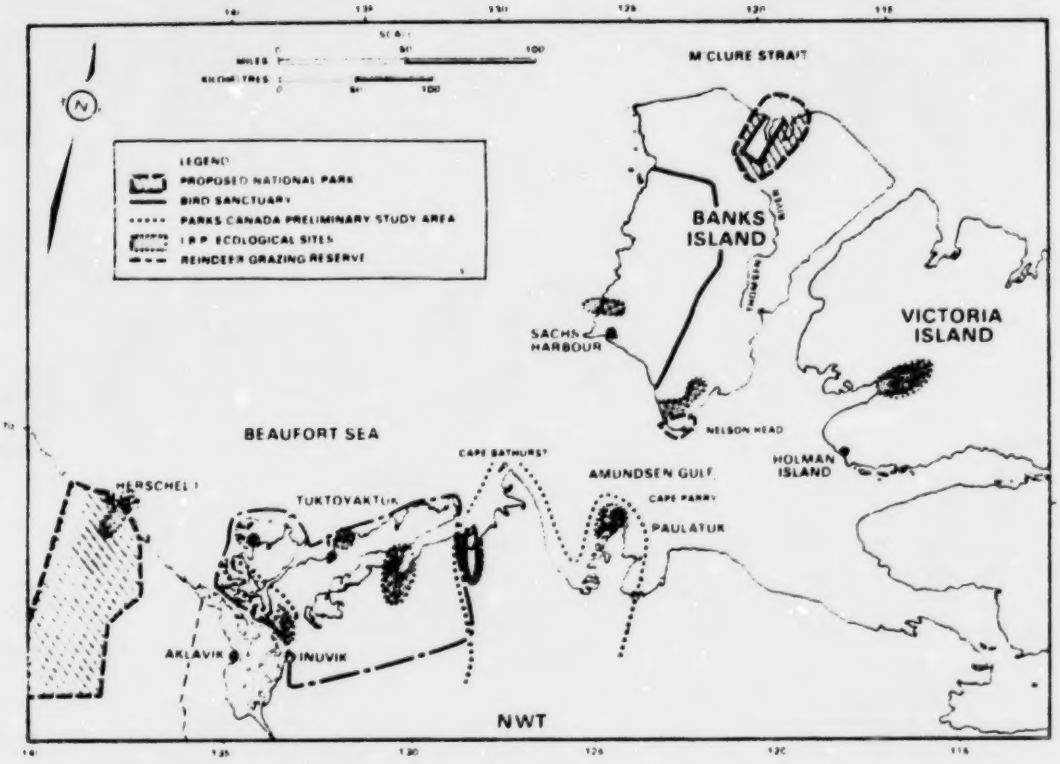
ALCM ENVIRONMENTAL IMPACTS

12. Since jet aircraft and vehicles such as snowmobiles have been used in the area for some time, the imposition of the infrequent ALCM tests proposed in the winter months should have little impact on wildlife.

13. In an Environmental Impact Statement prepared by Dome Petroleum, Esso Resources and Gulf Canada Resources, possible environmental impacts on birds in the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region due to airborne noise from air traffic over a 20 year period was rated as negligible to minor. This was a much more extensive project than the ALCM tests and spanned the complete calendar year for a greater number of years than the ALCM is currently being considered for. Logically the potential environmental impacts on the region as a result of the ALCM testing should be much less.

14. Concern has also been raised as to the possible effects of gaseous and particulate emissions from the ALCM project and how these will effect regional air quality. Emission source (See Part III) from this project will be very infrequent and for relatively short periods of time. The wind patterns over the region should disperse most emissions and ice fog that may occur as a result of ALCM and support aircraft emissions.

.../6



Location of special areas in the Canadian Beaufort Sea region.

FIGURE 2-3

Taken from "Beaufort Sea - MacKenzie Delta Environmental Impact Study".

.../7

THE MACKENZIE RIVER VALLEY REGION

CLIMATE AND GENERAL TOPOGRAPHY

15. The MacKenzie River Valley corridor extends southward from the MacKenzie Delta to the border between Alberta and the Northwest Territories. It is generally warmer in the south than in the north. At Inuvik the daily mean temperature in January is -29.3°C as compared to -26.1°C at Fort Simpson. Because of the six degree difference in latitude between Inuvik and Fort Simpson, when the sun is below the horizon at Inuvik, there are four more hours of daylight at Fort Simpson.

16. Arctic air predominates in the MacKenzie Valley throughout the winter months of December through March and can result in prolonged cold periods, as well as blizzards along the coast and major snowfalls in the valley. Snowfall amounts can reach up to 40 inches (100cm) in depth. First snow cover of at least one inch is as early as October remaining until late May.

17. The terrain of the MacKenzie Valley is generally flat or gently undulating with occasional steep slopes. The northern part of the valley is within the continuous permafrost zone, and the southern part from Fort Simpson to the Alberta border has discontinuous permafrost which occurs mainly in poorly drained depressions.

18. The MacKenzie Valley is divided into four sections as to principal vegetation types. These are the Lower MacKenzie, Northwest transition, upper MacKenzie and Hay River sections. The lower MacKenzie section includes the Valley and inner Delta south to Norman Wells and is the least forested. It has stunted black spruce, Alaska birch, some aspen and balsam poplar and white spruce. The northwest section extends along the east side of the MacKenzie Valley and has bog, muskeg and rock intermixed with open stands of dwarfed trees, principally black spruce. The upper MacKenzie section includes the river and forests from Norman Wells to the Alberta border. Here there are balsam poplar, white spruce and jack pine. A small section lies in the Hay River area and is characterized by black spruce forests.

WILDLIFE

19. There are at least 45 species of mammals living in the MacKenzie Valley. Reindeer and Caribou ranges are shown in Figure 2-4. Moose winter on islands in the river, bordering rivers and tributaries as shown in Figure 2-5. Both grizzly and black bears inhabit the area. A large number of furbearing animals live in the Valley, the most important of which are the marten, muskrat, lynx, beaver, coloured fox, mink and Arctic fox. In the spring and Autumn, the MacKenzie Valley is an important migration route for birds. The MacKenzie River

.../8

is an important staging area for early arriving species such as geese, moving through to their more northern breeding grounds.

20. The MacKenzie Valley contains very productive fishing waters. Approximately 38 fish species are known to exist in the MacKenzie River including Arctic char, ciscoes and whitefish.

21. More than 170 species of birds occur in the MacKenzie Valley. A few, such as willow ptarmigan and common raven, live in the Valley year round while most migrate northward into the Valley in springtime. Waterfowl and raptors are the main concern of any project due to their vulnerability when concentrated in flocks and some species are of particular concern because of their relatively low numbers. Annex B is a map of the Northwest Territories indicating trapping areas as well as known wildlife ranges.

SPECIAL ECOLOGICAL AREAS

22. The MacKenzie Valley corridor crosses or passes close to six proposed International Biological Programme (IBP) sites. They are:

a. Caribou Hills;

b. Dolomite - Campbell Lakes;

c. Middle MacKenzie Delta;

d. Southern MacKenzie Delta;

e. Brackett Lake and River; and

f. Ebbutt Hills.

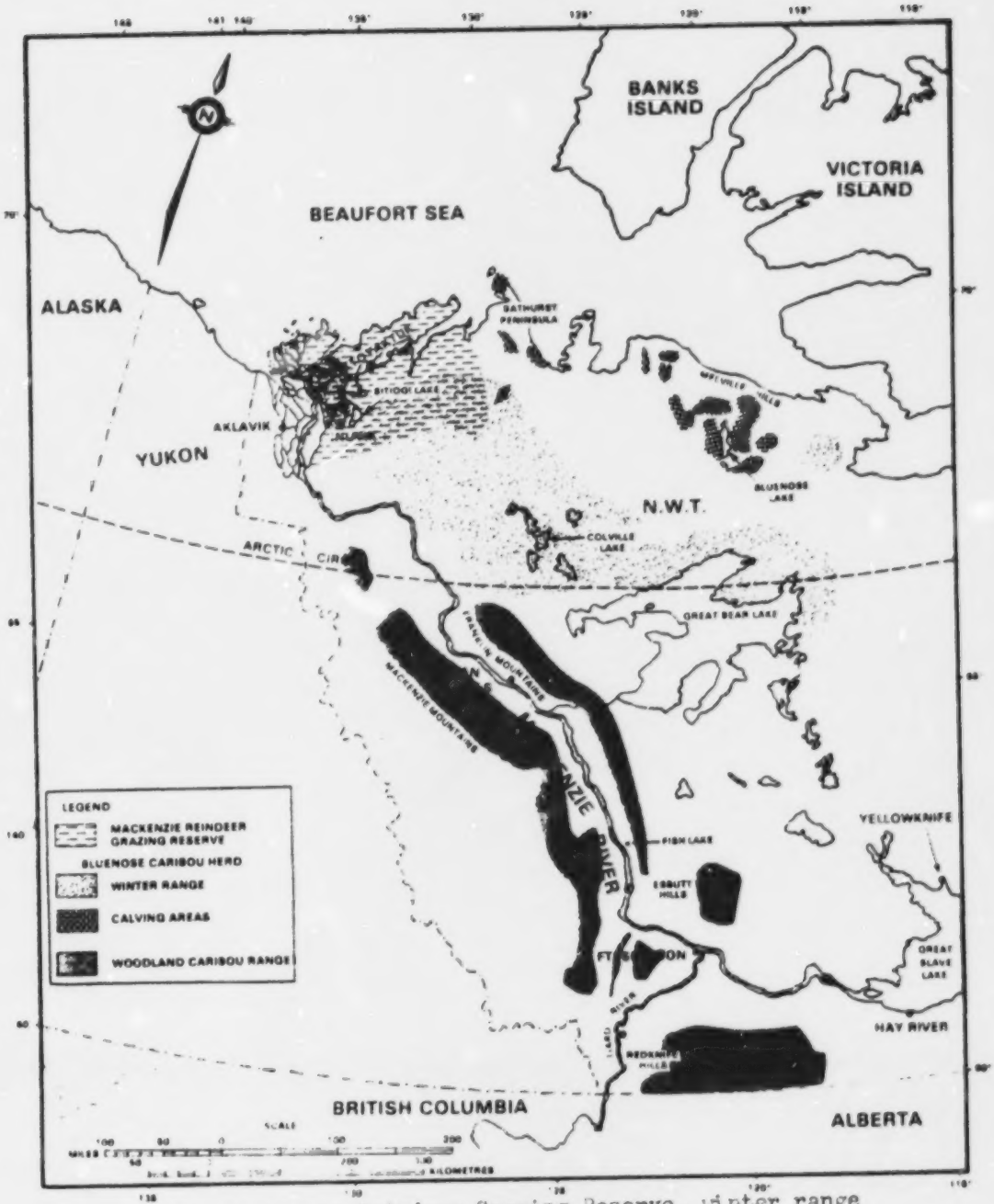
These sites are shown in Figure 2-6.

THE PEOPLE

23. Excluding the MacKenzie Delta settlements, communities in the MacKenzie River Valley and Great Slave Lake area have a total population of approximately 24,000 which is slightly more than half of the population of the Northwest Territories. Of this population, approximately half live in Yellowknife. Fort Simpson, with an estimated population of 1,100 is the largest settlement in the corridor of the MacKenzie River.

24. The population of Yellowknife and Hay River are predominantly non-native. Other than these two communities, the majority of the people in the region are Dene or Metis.

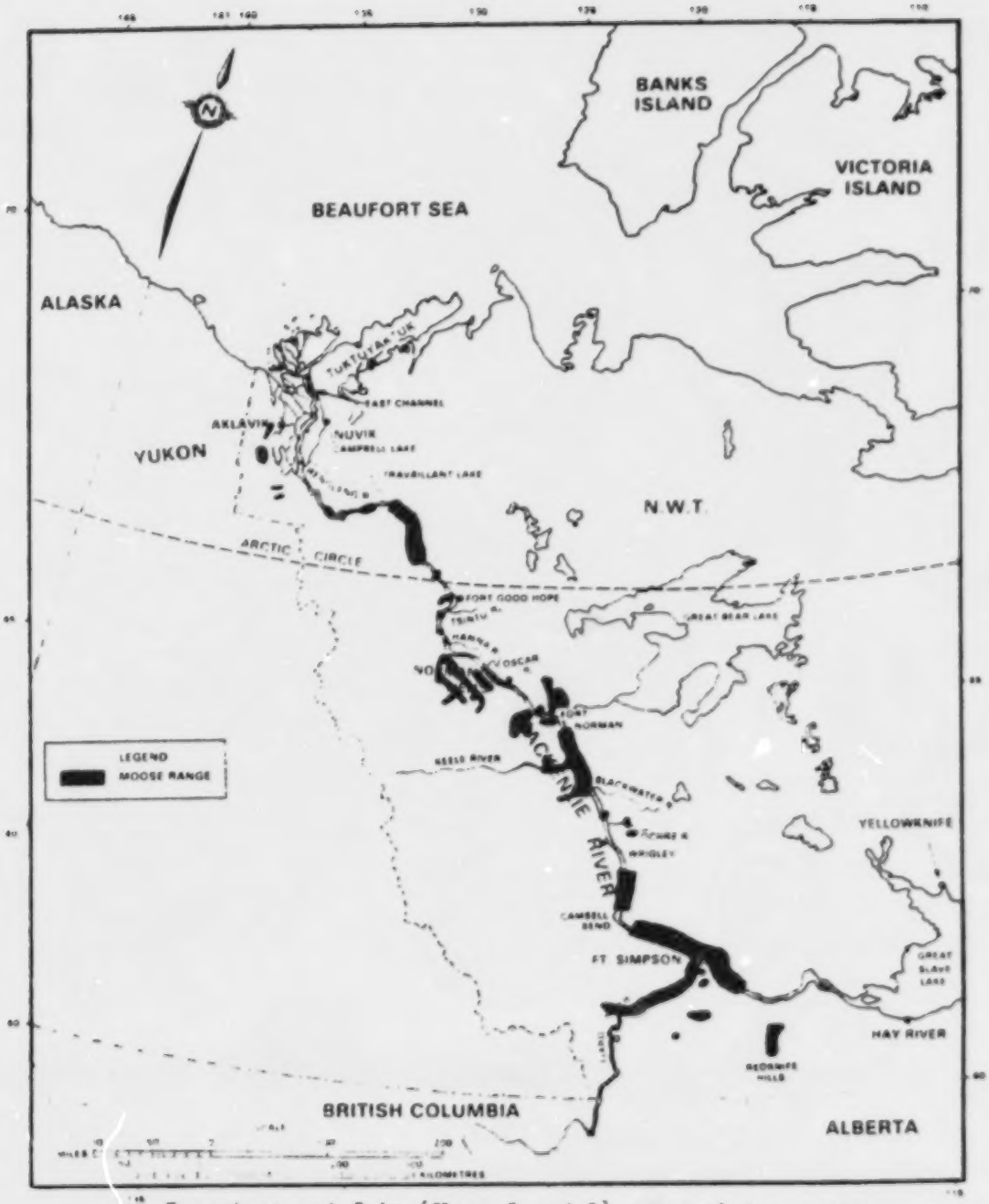
.../9



The Mackenzie Reindeer Grazing Reserve, winter range and calving areas of the Bluenose caribou herd and woodland caribou range in the vicinity of the Mackenzie Valley corridor.

FIGURE 2-4

.../10



Important and fair (Class 1 and 2) moose winter range near the Mackenzie River.

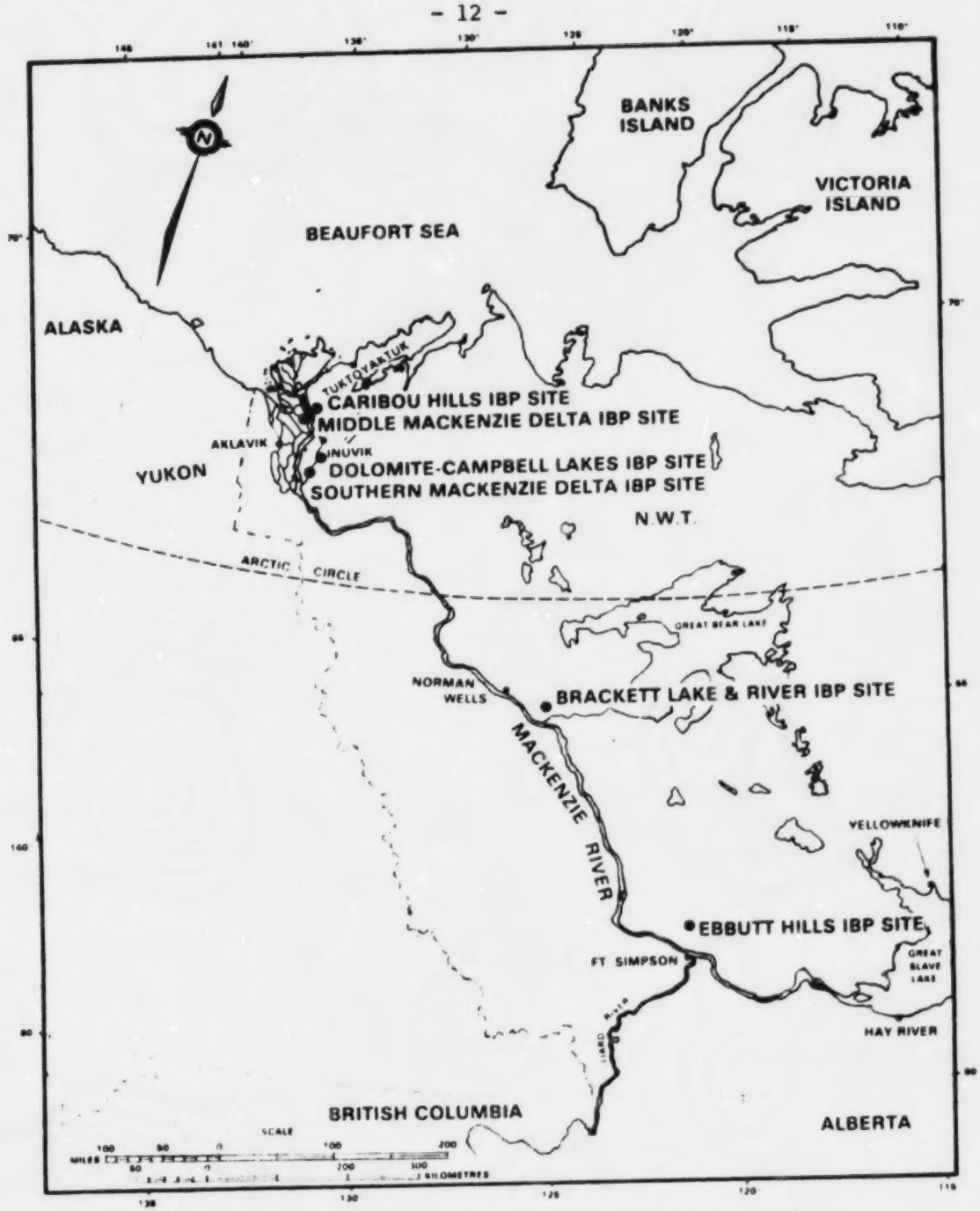
FIGURE 2-5

.../11

ALCM ENVIRONMENTAL IMPACT

25. As mentioned in the previous section of this report, disturbances on local populations of wildlife from the ALCM testing will be quite minor due to the infrequency of the tests and that the flights will be carried out in the winter months. Emission sources from the ALCM testing will also be infrequent and for a short duration. They are not expected to pose any danger to local air quality nor add significantly to emissions experienced from general aviation traffic in the region. The risk of fire resulting from an impacting missile is assessed as being extremely low (see Annex D, Part III).

NOTE: Figures 2-4 to 2-6 are taken from the Beaufort Sea - Mackenzie Delta Environmental Impact Study.



IBP sites in or adjacent to the Mackenzie Valley corridor.

FIGURE 2-6

.../13

NORTHEASTERN BRITISH COLUMBIA

CLIMATE AND GENERAL TOPOGRAPHY

26. The northeastern British Columbia region is an area of changing topography ranging from mountainous territory to the west to bogs and low tree covered hills in the area adjacent to the Alberta border. The most prominent man made feature in the area is the Alaska Highway and the majority of population centres are located adjacent to it. The mountains rise to a height of 8,500 feet while the terrain tends to become fairly flat near the Alberta border.

27. Climate is of the continental type with temperatures varying from -40°C to -10°C in the winter and the area is generally snow covered to a depth of 5 inches (12CM) during the winter months. Blowing snow often restricts ground visibility, but has little effect on aircraft overflying the area.

28. The area is generally in the Peace River drainage basin and is interspersed with many rivers, streams and lakes. The predominant tree type is aspen poplar with white spruce being widely distributed. Stands of tamaracks, black spruce and jack pine are also in evidence. The remainder of the region is covered by low shrubs and brush predominantly in the swampy areas.

WILDLIFE

29. A variety of wildlife predominates the area with the moose being the most prevalent. Deer and caribou are also found in lesser numbers and are widely scattered. Fur-bearing animals include black and brown bears, marten, fisher. Weasel, muskrat, red fox, otter and mink.

30. Several species of birds also inhabit the area including the Canada goose, sandhill crane, ducks of several species and curlews. The rivers, streams and lakes abound with a variety of fish primarily trout and whitefish. In general, this region is very similar in many respects to the MacKenzie Valley region. Local populations of wildlife should not be disturbed to any significant extent because the ALCM will fly this portion of the route at relatively high altitude due to the nature of the terrain.

THE PEOPLE

31. The region of Northeastern British Columbia is more densely populated than the two regions previously mentioned. The majority of the population is located in three major centres along the Alaska Highway at Dawson Creek, Fort St John and Fort Nelson. Several small communities are in between these centres but their populations are small. These centres primarily provide support services to traffic travelling along the Alaska Highway.

.../14

32. Some trapping is carried out in this region as in the MacKenzie Valley. The lumbering industry is the largest employer of people although some mining and mixed farming take place.

33. Agriculture is the primary industry of this region with lumbering taking a secondary role; and trapping and hunting playing a decreasing role in the area.

ALCM ENVIRONMENTAL IMPACT

34. ALCM noise and emissions should have no significant impact on wildlife or humans in the area. The noise and emissions from the support aircraft will be no greater than those experience from general aviation and commercial overflying the area.

NORTHERN ALBERTA - COLD LAKE REGION

CLIMATE AND GENERAL TOPOGRAPHY

35. The climate in Northern Alberta is of the continental type characterized by warm summers and cold winters. In winter, the westerly winds are depressed southwards allowing frequent inversions of cold Arctic air. Cold air drainage from high ground into low-lying areas during cold periods can cause minimum temperatures to vary as much as tive degrees Celsius in a vertical distance of 15 metres. At temperatures under -32°C ice fog may become a factor. At temperatures below -40°C, it will frequently persist until mid-morning, particularly in low-lying areas.

36. The Cold Lake acreage lies near the Alberta - Saskatchewan border and within the Churchill River Basin. At this location, the Cold Lake system and the Beaver River system form the major components of the Churchill River Basin. Within the Cold Lake systems, the major features are Primrose Lake, which is drained to the south and into Cold Lake by the Martineau River, and Cold Lake, which is drained to the east by Cold river.

37. The average annual temperature in Northern Alberta is 1.2°C and the average precipitation amount is 496 millimetres of which 30 percent is snow. The principal man caused pollutants presently occuring in the area are sulphur dioxide and hydrogen sulphide emitted from boiler stacks and vented steam. Secondary pollutants are nitrogen oxides, carbon monoxide and particulates.

38. The topography of Northern Alberta ranges from gently undulating to moderately rolling. It lies within the Alberta Green Zone and is managed as having potential for commercial forestry. The tree species typical of the uplands in this area are aspen, white birch and white spruce. Drier areas are often occupied by jack pine while lower slopes and organic soils are dominated by black spruce and tamarack.

.../15

39. There is a well established agricultural industry in Northern Alberta. The main crops are perennial forages, barley, oats, wheat and rapeseed. The major population centres are Grande Prairie, Lac La Biche and Cold Lake.

WILDLIFE

40. Northern Alberta is within the range of approximately 50 species of mammals. The major groups of mammals are ungulates, carnivores and rodents. There is one specie of lagomorph, the snow- shoe hare. Of the ungulates that inhabit the area, the white tailed deer and moose occur throughout, with mule deer, wapiti and woodland caribou existing in small numbers.

41. Of the carnivores that live in the area, the ones trapped for their fur are the mink, wolf, coyote, red fox, racoon, river otter, marten, fisher and lynx. The Cold Lake area is also a prime habitat for the black bear. The beaver, muskrat and red squirrel are the important fur bearing rodents of the area.

42. Of the birds that inhabit the region, the six main groups identified as most important are loons and grebes, pelicans, cormorants and herons, waterfowl, raptors, upland game birds and cranes. A large volume of bird migration occurs through the region in late April and into May, and again during late September and October. No major staging areas occur near the Canadian Test Corridor.

SPECIAL FEATURES

43. A recent archaeological assessment of the area has indicated that prehistoric campsites and isolated artifacts, historic cabins and other structural remains dating from 1900 to post World War II are located in this area. The prehistoric sites were predicted to be concentrated along the shoreline of the numerous small lakes evident in the area.

THE PEOPLE

44. There are both Treaty Indian reserves and Metis settlements in the region. There is some agriculture and ranching on the reserves and in the settlements, as well as hunting and trapping. But, a large segment of the native population is dependent on social assistance from the Federal Government.

ALCM ENVIRONMENTAL IMPACT

45. ALCM noise may affect the behaviour of the wildlife in the area and cause them to avoid the area for a short time. Neither the support aircraft noise nor aircraft emissions are expected to cause significant problems as there are regular commercial flights, general aviation traffic and military flights throughout the Northern Alberta - Cold Lake region on a daily basis.

PART III - ENVIRONMENTAL EVALUATION

BACKGROUND

1. An Initial Environmental Evaluation is required to determine possible effects on the environment from the proposed ALCM tests to be conducted over Canadian territory. For the purpose of this study and based on data received from the United States on missile performance and reliability, the area considered for the environmental evaluation is to be within 25 nautical miles (40km) either side of the proposed track of the ALCM and will be referred to as the Environmental Corridor. Notwithstanding the lower density of population and remoteness of a large portion of the route in comparison to the US tests, the distance has remained the same as that in the Supplementary Environmental Assessment to the ALCM CEIS so that valid comparisons can be made between the Canadian and American situation.

2. Impacts on the environment will generally fall into five categories:

a. release of effluents from the cruise missile and support aircraft;

b. noise produced by the ALCM and support aircraft at ground level;

c. the risk of collision between the ALCM in normal flight and low flying aircraft;

d. the risk to population and other environmental considerations from impacting debris or fire from a failed missile; and

e. socio-economic effects on CFB Cold Lake and surrounding area.

EMISSIONS

3. During the flight test of the ALCM, it will release gases and particulate matter into the atmosphere as an unavoidable consequence of the test. The greatest output of effluents occurs only infrequently while the missile is climbing under full power from 200 feet AGL at its slowest speed. Figure 3-1 shows the geometry used for noise and air pollution hazards calculations, while Table 3-2 presents a comparison of peak concentrations of the major exhaust pollutants, Canadian emission standards and United States Environmental Protection Agency (EPA) standards.

.../2

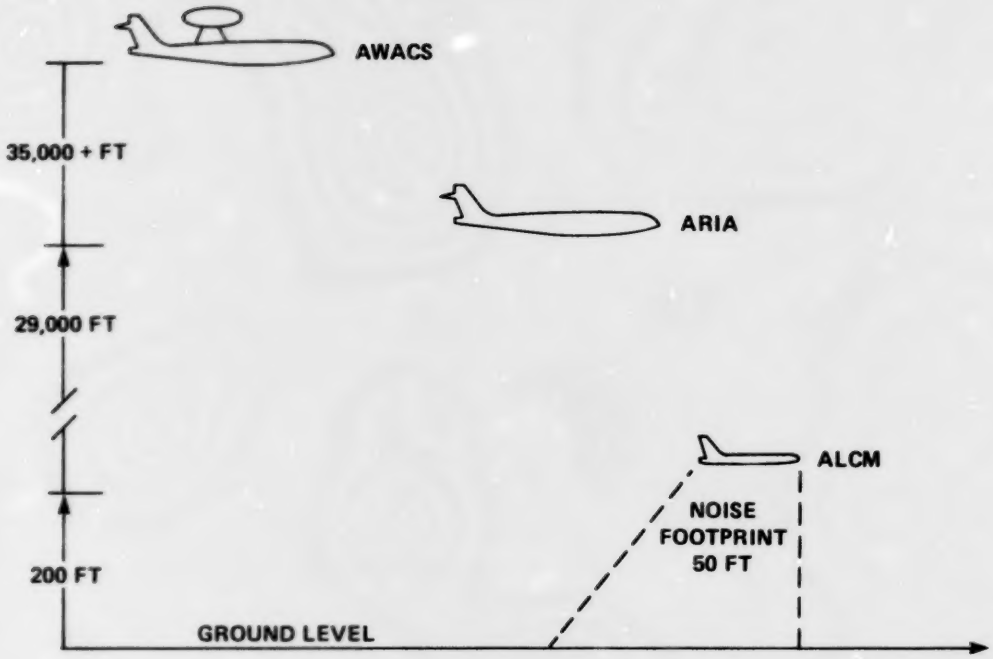


FIGURE 3-1

GEOMETRY FOR NOISE AND AIR POLLUTION HAZARDS CALCULATIONS

.../3

POLLUTANT	AGM-86B PEAK GROUND LEVEL CONCENTRATION (gm/m^3)*	CANADIAN STANDARD (gm/m^3)	EPA STANDARD (gm/m^3)
Nitrogen Oxides[1]	.8	-	100
Sulfur Oxides[1]	5×10^{-4}	60	80
Carbon Monoxide[2]	Negligible	15,000	10,000
Hydrocarbons[3]	Negligible	160	160
Hydrogen Sulphide[4]	5×10^{-4}	-	-
Particulates[5]	6.2	70	75

*Reference CEIS for ALCM Missile Tests Technical Report 79-1318-2

BASIS FOR STANDARDS

1. Annual Arithmetic Mean
2. Annual Maximum for Any 8 hr. Average
3. Annual Maximum for 3 hr. Average
4. Maximum for 1 hr.
5. Annual Geometric Mean

TABLE 3-2

ALCM EMISSION IMPACTS AND APPLICABLE STANDARDS

4. The Williams Research F107-WR engine used on the ALCM is a highly efficient engine that will produce minimal amounts of exhaust pollutants. Similarly, the ARIA and AWACS aircraft will be flying at very high altitude and their emissions will be dispersed over a very wide area. Emissions from these two aircraft will be no greater than those already experienced from commercial or general aviation air traffic regularly overflying Canada's north. In the case of the ALCM, the peak concentrations of pollutants will not have a significant environmental impact as they would be of short duration over a small portion of the route and are well below pollutant levels established by Environment Canada.

NOISE

5. All of the proposed tests in the Canadian area will be sub-sonic and will not create a sonic boom. However, noise will be generated which could impact on humans or animals directly under the flight path of the missile. Figure 3-1 illustrates the geometry which will produce the greatest noise level anticipated during the flight. This "worst case" situation of the ALCM at 200 feet AGL (60 metres) is used as the basis for the calculations. However it must be appreciated that the ALCM will not fly at that altitude for the greater portion of the route for geographical and safety reasons. As the altitude of the ALCM is increased, the sound level is reduced proportionately.

6. The ALCM tests in the United States have indicated that the peak sound generated for a missile at 200 feet AGL has a very small area of coverage extending a 50 foot "footprint" behind the missile and is rapidly dispersed. Table 3-3 shows a comparison of noise levels between the ALCM and other known sources. The noise level of the ALCM is only slightly greater than that of a Cessna 185, however, it will be of a much shorter duration because of the comparative speeds of the two vehicles (280kmh versus 860kmh). The noise level associated with the overflight or near overflights of the ALCM would suggest that a zone about population centres which the ALCM should not penetrate, should be established and this has been taken into consideration in selecting the flight route of missile.

COLUMN 1 SOUND PRESSURE LEVEL (DB)	COLUMN 2 CHARACTERISTICS	COLUMN 3 NOISE LEVEL VS. DISTANCE FROM SOURCE
122.0	Threshold of Ear Pain	-
108.9	Noise Level Directly under ALCM at 200 ft AGL	0.0
103.0	Noise Level Directly under a Cessna 185 at 200 ft AGL	0.0
90.0	Maximum Noise Level Permitting Face to Face Communication in a Raised Voice (about noise level 21 ft from a subway)	0.25nm (465 metres)
82.0	Noise Level Directly under an FH1100 Light Helicopter at 200 ft AGL	0.0
80	Maximum Noise Level Permitting Face to Face Communication in a Normal Voice (about noise level inside sportscar travelling at 90km/hr)	0.37nm (645 metres)
30	Noise Level in Quiet Suburb	8.0nm (15 km)
4.4	Noise Level Directly under the ALCM at 1000 ft AGL	-

NOTE:

The distances shown in Column 3 are the distances at which the indicated noise levels (Column 1) can be expected, measured horizontally from directly under the noise source.

TABLE 3-3

NOISE LEVEL COMPARISONS

.../6

7. Some effect on wildlife in the immediate area of the ALCM track will be inevitable although no prediction can be made as to the type of reaction that wildlife will have. No known Canadian studies exist on the response of animals in the wild to jet aircraft noise. Studies conducted in Canada by biologists and environmental groups were based on animal responses to fixed wing and helicopter generated noise with the aircraft at low level and high power setting. In most cases, purposeful harassment techniques were employed to elicit responses in order to gather data. It was noted during the studies that the animals not only responded to noise but also to the visual cues, the fact that they could see the object generating the noise. The Initial Environmental Evaluation - Low Level Flying Training - Goose Bay Labrador, March 1981, conducted a thorough investigation of animal responses to noise. The conclusions drawn from the Goose Bay evaluation and on personal observations from pilots flying in the Cold Lake Weapons Range are that a fast moving jet powered aircraft at low level would, in most cases, produce a startle reaction from the animals but little other effect. These conclusions were based on limited visual and aural cues to the animal to alert them to an approaching sound source and the very short duration of the sound over the immediate vicinity of the animal or animals. The missile travelling at 550kts (800km/h) covers approximately 920 feet per second and even to the trained observer is very difficult to see because of its small size. Based on the very small noise "footprint" of the ALCM, the missile would only be heard for a period of less than one second from the time it was first heard until the time it was outside of aural range and would probably not be seen.

8. Raptorial birds may be affected by jet aircraft noise but studies are inconclusive. In a study conducted by the U.S. Fish and Wildlife Service (Responses of Raptorial Birds to Low Level Military Jets and Sonic Booms - David H. Ellis, September 1980) raptorial birds were subjected to an intensive programme of low level high speed jets and sound simulators. These studies were conducted over the course of a year and during all seasons of the year. The study concluded that in no case was nestling death or eyrie abandonment implicated and in no case was the birds response as severe as that incurred when a eyrie is entered by a team of research biologists. The effect should be reduced even more as the raptors are not in their reproductive cycle in the winter months.

9. It must be kept in mind that the four to six tests of the ALCM each year will not significantly increase the amount of low level air traffic already present in the area under study. This area is subjected to a variety of low level flights conducted by biologists, environmental groups, exploration companies and various other

.../7

organizations as a matter of course in their daily operations. In general, the noise generated by the ALCM will be of a random nature and will not add significantly to the noise generated by commercial or general aviation traffic overflying the area.

10. Annex C contains summaries of biologists observations and comments with "quotable quotes" obtained from the Goose Bay study previously referred to.

RISK OF AIR COLLISION

11. The majority of the testing of the ALCM will be at low level and this poses the greatest hazard in the test corridor. The potentially endangered air traffic is composed of scheduled commercial traffic, general aviation and military aviation. The hazard to general aviation is of the greatest concern as scheduled commercial traffic will normally be at high altitudes above the test corridor and military traffic can easily coordinate their use of the corridor to prevent conflicts.

12. Warning of the scheduled testing in Canada would be published in the Ministry of Transport, Notice to Airmen (NOTAM). General aviation pilots would be apprised of the airspace reservation block times of any scheduled test thirty days prior to the test date and then once again at least 48 hours in advance, giving them ample time to take the necessary steps to minimize the risks of inflight collision by rerouting their flights or changing the timing of their flights.

13. Collision probabilities calculated by the US on the Inland Test Route were in the order of 1.5×10^{-5}. This figure, taken from the Supplementary Environmental Assessment to the ALCM CEIS for Development Tests, is based on the assumption that normal traffic existed in the corridor at the time of testing, that neither the general aviation pilots nor the Mission Controller of the ALCM took evasive action and the route was flown once in each direction to double the effect of traffic. The figure was also based on 10 test flights a year to be flown in an area of relatively high density general aviation traffic. General aviation traffic in the Canadian Test Corridor is considerably lower than in the American experience and our analysis based on aircraft traffic figures obtained from Statistics Canada, gives the maximum probability of collision at 4.6×10^{-6} per test. In actual practice this figure may be even lower when the time of year (middle of winter) and the time of testing is taken into account. The majority of the corridor and all of the proposed flight route are in an area of uncontrolled airspace, where there is no method of controlling air traffic. Therefore, to further reduce the probability of mid-air collision, the AWACS aircraft has been included as an essential part of the Flight Test System to provide surveillance of this airspace and to assist the ARIA in the positive control of the ALCM.

.../8

14. Air collision hazards for the Canadian Test Corridor and the methodology used to determine them are contained in Section 4 to Annex D.

HAZARDS FROM ALCM FAILURE

15. There are two distinct categories of hazards that apply to missile failure, impacting debris and fire following impact. Although the ALCM has a high reliability and several mechanisms are available for the test team to control the missile in flight and the termination of such flight, there remains a slight possibility that the ALCM could experience a failure and uncontrolled impact with the ground. Any debris from a missile impact will be cleaned up by the responsible agencies.

16. Hazard analysis conducted on the ALCM Inland Routes in the United States and reported in their Supplementary Environment Assessment to the ALCM CEIS for Development Tests, 1979, predicted total impact probability that would cause damage to real property at less then 7×10^{-4}. This figure was based on an area whose total population was 655,000 with 6,400 people living in population centres most directly exposed to the ALCM testing. In addition, a total of ten flights were used in the calculations. Canadian calculations are for each test flight. Casualty expectation for these same factors was 9.5×10^{-4}. This last figure placed the risk factor at approximately one one-hundred thousandth of the commonly accepted casualty rate of home or vehicle accidents as tabulated by the National Safety Council (US) 1978. (Appendix 1 to Annex D).

17. Total population and population density in the Canadian Test Corridor is significantly less than for that used in the U.S. tests. Annex E is a location library of communities within the Environmental Corridor of the Canadian Test Corridor with their respective populations. Impact probability in the Canadian tests is calculated at 4.6×10^{-3} to 9.1×10^{-3} depending on the route segment, while the probability of impact causing damage ranges from 8.9×10^{-7} for the Northwest Territories and 6.7×10^{-6} for British Columbia and 1.1×10^{-5} for Alberta. Section 2 to Annex D shows the methodology used to determine the impact and casualty hazards. All of these figures are small thus the risk of a missile failing in flight and impacting causing real property damage or casualties is considered minimal.

18. The second category of hazard associated with ALCM failure is fire on impact. The probability of the missile impacting and landing near a combustible material is calculated at, N.W.T. 5×10^{-5}, B.C. 1×10^{-4} and Alberta 3×10^{-4}. The calculations and methodology

.../9

are shown in Section 3 to Annex D. Appendix 1 to Annex D is a listing of casualties caused by common accidents. This risk has been minimized by restricting conduct of the testing to the first three months of the year when trees and vegetation are snow covered.

SOCIAL EFFECTS

19. The socio-economic impact on CFB Cold Lake and surrounding area should be limited. A total of 21 personnel from the United States on temporary duty will be required to provide the additional support necessary for the successful conduct of the ALCM testing. These personnel would be in position approximately one week in advance of the testing date and remain until the test flight is complete and the missile is packed for transport to the United States. The addition of the USAF personnel would not pose a strain or contribute significantly to Cold Lake area facilities.

20. Any minor construction at CFB Cold Lake which may be required will have no significant impact on the economy of the area.

PART IV - CONCLUDING MATERIAL

ENVIRONMENTAL IMPACTS AND THEIR MITIGATION

1. The following environmental impacts and their mitigation are:

   a. Emissions - The emissions of effluents and particulate matter from the ALCM are an unavoidable consequence of the tests. However, the amounts of effluents emitted are well below the established Canadian standards. Additionally, the small number of tests proposed for each year and the time interval between individual tests, will prevent any significant increase in the amount emissions currently experienced from general aviation traffic. Emissions from the support aircraft (AWACS and ARIA) will have no environmental impact as their emissions will be dispersed in the atmosphere as a result of their high altitude.

   b. Noise - Noise produced by the ALCM may have some effect on wildlife in the immediate vicinity of the missile flight path but the extent of this effect is purely speculative. The noise level generated by the ALCM is only slightly higher than the noise produced by a general aviation aircraft (Cessna 185) but will be produced over a shorter duration and be more random and spurious. As well, the ALCM is considerably smaller than a general aviation aircraft. These two factors combined deny wildlife the aural and visual cues normallly associated with general aviation traffic, and as such not cause them to have an adverse reaction. Route selection for the test has avoided population centres and built up areas to minimize the effect of noise on humans.

   c. Collision Hazard - The probability of air collision between an ALCM and general aviation traffic is negligible. The amount of general aviation traffic in the test corridor during the winter months, the publication of the area to make general aviation pilots aware of the Test Corridor and the publication of the dates and times of the tests are all factors that have been considered to reduce the risk of mid-air collision. Additionally, the entire flight test system has been designed to allow positive control of the ALCM and further reduce the risk of mid-air collision.

   d. Impact Hazard - The Canadian Test Corridor is generally over an area of low population and population density. The probability of impact causing real property damage or

.../2

potential fire after impact is negligible. The probability of fire is greatly reduced as testing is restricted to the first three months of the year when there is continuous snow cover over the length of the route. Should the ALCM experience in-flight failure, and impact the ground, some scarring of the earth's surface would occur but would be restricted to a very small area. Casualty risks are well below the risks experienced for common motor vehicle accidents.

e. Social Effects - The effect of increased personnel at CFB Cold Lake will not signifcantly increase the workload or pose a strain on existing area facilities. These personnel will be present at CFB Cold Lake for short periods of time during the actual testing of the ALCM. The minor construction that may be required to support the testing, will have no significant effect on the economy of the area. The Socio-political issue remains unresolved and has not been addressed as it is beyond the scope of this evaluation. It remains a matter for Federal Government resolution.

CONCLUSION

2. A direct comparison of the US and Canadian analysis can be made by referring to Annex D page 23, which compares the probabilities based on average hazard per 100km of flight.

3. The conclusions reached in the Supplementary Environmental Assessment to the ALCM CEIS for Development Tests, 1979 have been validated and the American experience has been applied to the Canadian scene. The proposed testing of the ALCM in Canada will have no significant or adverse environmental impact on the Canadian Test Corridor.

ANNEX A
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

FLIGHT TERMINATION SYSTEM AND

MISSILE RECOVERY

FLIGHT TERMINATION SYSTEM

1. The purpose of the Flight Termination System (FTS) is to terminate missile flight whenever necessary. The FTS consists of a radio receiver and the necessary hardware to stop forward flight. This includes an ordnance activated fuel shut-off system and drogue chute deployment. A "fail safe" tone is generated by a transmitter in the ARIA which prevents the FTS from being activated. In the event that the tone is absent for 60 seconds, the FTS sequence will be initiated. The termination sequence may also be initiated by remote control by the Mission Director in the ARIA. The termination sequence is shown in Figure A-1.

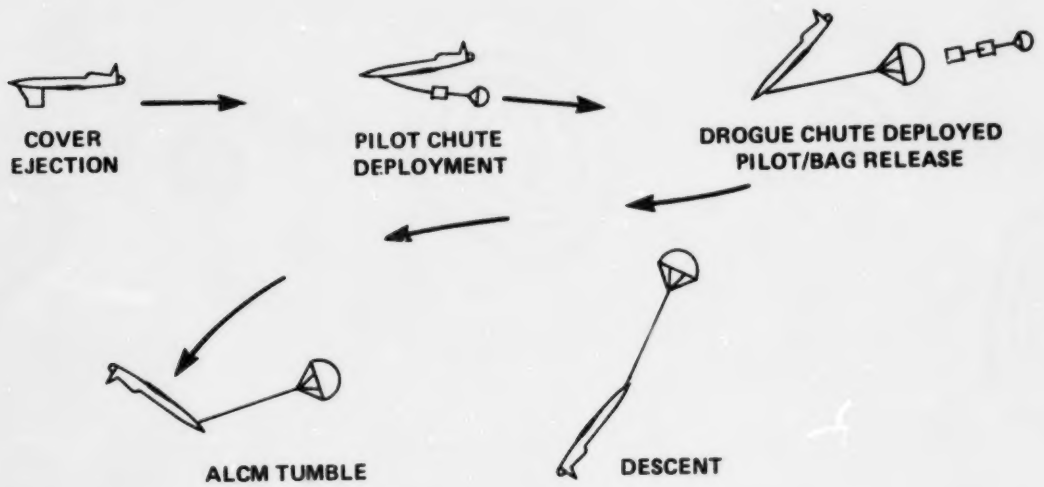


FIGURE A-1

FLIGHT TERMINATION SEQUENCE

.../A-2

2. Descent trajectory of the ALCM will depend on the amount of fuel remaining in the fuel tank and the height of the vehicle above ground. In general the higher the altitude of the ALCM and the less fuel it contains when the FTS is activated, the more vertical the descent. When the drogue chute is deployed, the ALCM's horizontal velocity will be reduced so that it impacts almost vertically with a vertical velocity in the order of 300-400 feet per second.

3. In the event that the FTS fails and the missile flies into the ground before drogue chute deployment, the impact area debris dispersion should be contained to an area of 85 metres square. (Technical Report 79-1318-1).

RECOVERY SYSTEM

4. Mission recovery is normally initiated by the mission software and consists of a manoeuvre to preplanned flight conditions, fuel shut-off and deployment of a parachute system. After the recovery sequence has been initiated, the parachute compartment door is ejected and a lanyard attached to the door deploys the pilot parachute as shown in Figure A-2. The deployed pilot parachute draws the compartment door aft, and a riser pulls the recovery system deployment sleeve from the compartment containing the engagement parachute. The engagement parachute deploys and decelerates the missile to a low dynamic pressure, approximately 10 psf to allow the main parachute to open. The main system is attached to hard points on the missile both forward and aft. As the parachute loads are increased, the missile is rotated upside down in a horizontal position for the descent.

.../A-3

ANNEX A
TO ALOM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

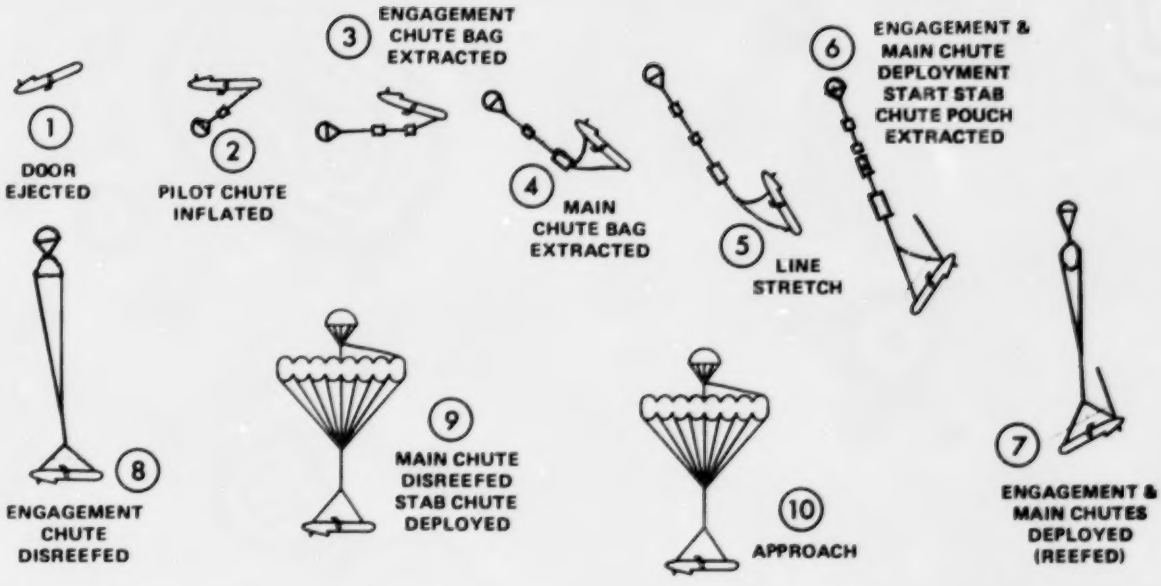


FIGURE A-2

RECOVERY SEQUENCE

PRELIMINARY DESCRIPTION OF HUNTING AND TRAPPING AREAS IN THE INUVIK AND FT SMITH REGIONS, NWT

Hunting and Trapping Areas in the Inuvik Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Priority 1
- Priority 2
- Priority 3

◆ All fur harvest values are based on 1977-78 data

A Aklavik subsistence hunting, trapping
- Aa 10 trappers, $40,000 fur
- Ab spring caribou hunting area
- Ac 4 trappers, $2,000 fur, Dall sheep hunting
- Ad 6 trappers, $10,000 fur, late summer caribou hunting

C Colville Lake subsistence hunting, fishing, trapping
- Ca 6 trappers, $9,000 fur, caribou winter range
- Cb 7 trappers, $15,000 fur, fall caribou rutting area

FR Ft Franklin subsistence hunting, fishing, trapping
- FRa 4 cabins, 59 trappers $53,500 fur
- FRb winter barren ground caribou hunting
- FRc 7 cabins, 11 trappers, $19,000 fur
- FRd 2 cabins, 8 trappers, $27,000 fur summer caribou hunting
- FRe 1 cabin, 2 trappers, $5,300 fur, caribou winter range

FGH Ft Good Hope subsistence hunting, fishing, trapping
- FGHa 63 trappers, $42,089 fur
- FGHb 28 trappers, $40,731 fur

FM Ft McPherson subsistence hunting, trapping
- FMa 14 trappers, $35,089 fur
- FMb spring and fall caribou hunting area
- FMc 12 trappers, $ 6,389 fur moose hunting

FNB/W Ft Norman and Normar As s subs stance hunting, trapping[mainly marten, fox, muskrat, beaver, mink, and wolverine]
- FNa 24 trappers, $25,500 fur
- FNb 7 trappers, $6,900 fur
- NWa 3 trappers, $2,193 fur

I Inuvik subsistence hunting, trapping[mainly marten, mink, some wolverine and fox]
- Ia 12 trappers, $4,500 fur
- Ib important moose habitat
- Ic caribou winter range

T Tuktoyaktuk subsistence hunting, fishing, trapping[mainly marten, mink, fox, and muskrat]
- Ta 27 trappers, $8,900 fur
- Tb 14 trappers, $16,600 fur
- Tc 5 trappers, $15,700 fur
- Td 56 trappers, $31,450 fur

RGTA Registered Group Trapping Area for residents of Inuvik, Aklavik, Arctic Red River, and Ft McPherson subsistence hunting, fishing, trapping [mainly muskrat, mink, fox]
- RGTA $476,000 fur

Hunting and Trapping Areas in the Ft Smith Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Heavily Utilized
- Marginally Utilized
- Moderately Utilized

◆ All fur harvest values are based on 1977-78 data

FL Ft Liard subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly marten, mink, beaver, and musrat]
- FL1 10 trappers, $20,000 fur

FP Ft Providence subsistence hunting and fishing, snaring, trapping[marten mink, lynx, red fox, beaver]
- FP1 2 trappers, $10,000 fur
- FP2 10 trappers, $15,000 fur
- FP3 critical area for woodland caribou
- FP4 fishing, hunting, marten, mink, lynx, red fox trapping
- FP5 woodland car bou hunting
- FP6 travel routes
- FP7 cabin, 2 trappers, $3,500 fur
- FP8 2 trappers, $4,000 fur
- FP9 cabin, 2 trappers

FR Ft Resclution subsistence hunting and fishing, trapping[mainly lynx and mink]
- FR1 9 cabins, 30 trappers, $162,500 fur
- FR2 2 trappers, $10,000 fur
- FR3 60 men, spring muskrat trapping, $100,000 fur
- FR4 3 trappers, $6,000 fur

FS Ft Smith subsistence hunting, snaring, trapping[mainly lynx, mink, muskrat, red fox, and beaver]
- FS1 registered trapping areas, 44 trappers, $170,000 fur
- FS2 2 trappers, $6,000 fur
- FS3 6 trappers, $18,000 fur
- FS4 Ft Smith band area, not trapped
- FS5 Ft Fitzgerald group area, not trapped

HR Hay River subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly lynx and mink]
- HR1 2 trappers, $2,500 fur
- HR2 travel routes
- HR3 4 trappers, $1,500 fur
- HR4 15 trappers, $10,000 fur, casual trapping along highway
- HR5 2 trappers, $3,000 fur
- HR6 registered trapping area for trapper education projects
- HR7 unused registered trapping area
- HR8 6 trappers, $4,000 fur
- HR9 2 trappers, $11,000 fur

K Kakisa subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly beaver and muskrat]
- K1 cabins, 10 trappers, $20,000 fur
- K2 beaver, muskrat trapping
- K3 important area for beave r and muskrat

LM Lac la Martre subsistence hunting, snaring, trapping[mainly marten and mink]
- LM1 travel route, traps along trail, 9 trappers, $6,000 fur
- LM2 travel route, 8 troppers, $13,000 fur
- LM3 travel route, 2 trappers, $2,000 fur
- LM4 2 trappers, $2,000 fur
- LM5 travel route, 5 trappers, $5,500 fur

MR Meander River trapping
- MR1 10 trappers, $20,000 fur

NB Nahanni Butte subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- NB1 5 trappers, $8,000 fur
- NB2 1 trapper, $2,000 fur

PP Pine Point subsistence hunting, trapping
- PP1 1 trapper, $2,000 fur

RE Ft Rae, Edzo subsistence hunting, snaring, trapping[mainly marten and mink]
- RE1 8 trappers, $17,000 fur
- RE2 45 trappers, $70,000 fur
- RE3 winter barren ground caribou hunting
- RE4 travel route
- RE5 6 trappers, $7,000 fur
- RE6 travel route, traps along trail, 5 trappers, $4,000 fur
- RE7 winter caribou hunting
- RE8 travel routes
- RE9 1 trapper, $1,000 fur
- RE10 woodland caribou calving meadows
- RE11 3 trappers, $4,000 fur

ANNEX B
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

Hunting and Trapping Areas in the Ft. Smith Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Heavily Utilized
- Marginally Utilized
- Moderately Utilized
- * All fur harvest values are based on 1977-78 data

FL Ft Liard subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly marten, mink, beaver, and muskrat)
- FL1 10 trappers, $20,000 fur

FP Ft Providence subsistence hunting and fishing, snaring trapping (marten mink, lynx, red fox, beaver)
- FP1 2 trappers, $40,000 fur
- FP2 10 trappers, $15,000 fur
- FP3 critical area for woodland caribou
- FP4 fishing, hunting, marten, mink, lynx, red fox trapping
- FP5 woodland caribou hunting
- FP6 travel routes
- FP7 cabin, 2 trappers, $3,500 fur
- FP8 2 trappers, $4,000 fur
- FP9 cabin, 2 trappers

FR Ft Resolution subsistence hunting and fishing, trapping (mainly lynx and mink)
- FR1 9 cabins, 30 trappers, $162,500 fur
- FR2 2 trappers, $10,000 fur
- FR3 60 men, spring muskrat trapping, $100,000 fur
- FR4 3 trappers, $6,000 fur

FS Ft Smith subsistence hunting, snaring, trapping (mainly lynx, mink, muskrat, red fox, and beaver)
- FS1 registered trapping areas, 44 trappers, $170,000 fur
- FS2 2 trappers, $16,000 fur
- FS3 6 trappers, $18,000 fur
- FS4 Ft. Smith band area, not trapped
- FS5 Ft. Fitzgerald group area, not trapped

HR Hay River subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly lynx and mink)
- HR1 2 trappers, $2,500 fur
- HR2 travel routes
- HR3 4 trappers, $1,500 fur
- HR4 15 trappers, $10,000 fur, casual trapping along highway
- HR5 2 trappers, $3,000 fur
- HR6 registered trapping area for trapper education projects
- HR7 unused registered trapping area
- HR8 6 trappers, $4,000 fur
- HR9 2 trappers, $11,000 fur

K Kakisa subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly beaver and muskrat)
- K1 cabins, 10 trappers, $20,000 fur
- K2 beaver, muskrat trapping
- K3 important area for beaver and muskrat

LM Lac la Martre subsistence hunting, snaring, trapping (mainly marten and mink)
- LM1 travel route, traps along trail, 9 trappers, $6,000 fur
- LM2 travel route, 8 trappers, $13,000 fur
- LM3 travel route, 2 trappers, $2,000 fur
- LM4 2 trappers, $2,000 fur
- LM5 travel route, 5 trappers, $5,500 fur

MR Meander River trapping
- MR1 10 trappers, $20,000 fur

NB Nahanni Butte subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly marten, mink, beaver, and muskrat)
- NB1 5 trappers, $8,000 fur
- NB2 1 trapper, $2,000 fur

PP Pine Point subsistence hunting, trapping
- PP1 1 trapper, $2,000 fur

RE Ft. Rae, Edzo subsistence hunting, snaring, trapping (mainly marten and mink)
- RE1 8 trappers, $17,000 fur
- RE2 45 trappers, $70,000 fur
- RE3 winter barren ground caribou hunting
- RE4 travel route
- RE5 6 trappers, $7,000 fur
- RE6 travel route, traps along trail, 5 trappers, $4,000 fur
- RE7 winter caribou hunting
- RE8 travel routes
- RE9 1 trapper, $1,000 fur
- RE10 woodland caribou calving meadows
- RE11 3 trappers, $4,000 fur
- RE12 3 trappers, $3,500 fur
- RE13 5 trappers
- RE14 fall caribou hunting

RL Rae Lakes subsistence hunting and fishing, trapping (mainly marten and mink)
- RL1 15 trappers, $16,000 fur
- RL2 winter caribou hunting
- RL3 3 trappers, $5,000 fur
- RL4 travel routes

S Ft Simpson subsistence hunting, snaring, fishing, trapping mainly marten, mink, beaver, and muskrat)
- S1 2 trappers, $4,000 fur
- S2 10 trappers, $8,000 fur
- S3 1 trapper, $2,000 fur
- S4 3 trappers, $3,000 fur
- S5 4 trappers, $4,000 fur
- S6 2 trappers, $2,000 fur
- S7 2 trappers, $2,000 fur
- S8 2 trappers, $2,000 fur
- S9 cabins, 2 trappers
- S10 cabins, 4 trappers, $5,000 fur

SD Snowdrift subsistence hunting, snaring, fishing, trapping
- SD1 45 trappers, $30,000 fur, winter caribou hunting
- SD2 winter caribou hunting
- SD3 summer caribou hunting

SL Snare Lake subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly marten, mink, red fox, arctic fox trapping in winter)
- SL1 10 trappers, $10,000 fur, winter caribou hunting
- SL2 fall caribou hunting
- SL3 3 trappers, $1,500 fur
- SL4 3 trappers, $1,500 fur
- SL5 fall caribou hunting
- SL6 no information

TL Trout Lake subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly marten, mink, beaver, and muskrat)
- TL1 2 trappers, $3,000 fur
- TL2 10 trappers, $15,000 fur

W Wrigley subsistence hunting, snaring, fishing, trapping (mainly marten, mink beaver, and muskrat)
- W1 10 trappers, $5,000 fur
- W2 cabins, 10 trappers, $15,000 fur
- W3 cabins, 3 trappers, $12,000 fur
- W4 cabins, 4 trappers, $3,000 fur
- W5 cabins, 5 trappers, $4,000 fur
- W6 cabins, 3 trappers, $4,000 fur
- W7 1 trapper, $2,500 fur
- W8 cabin, 1 trapper, $2,000 fur

YK Yellowknife subsistence hunting, snaring, trapping (lynx, muskrat, red fox, mink, beaver)
- YK1 129 trappers, $117,500 fur
- YK2 travel routes, 7 trappers, $16,500 fur
- YK3 1 trapper, $5,000 fur
- YK4 3 trappers, $6,000 fur
- YK5 1 trapper, $1,000 fur
- YK6 2 trappers, $2,000 fur
- YK7 travel route, to caribou hunting camp, trapping
- YK8 2 trappers, $2,000 fur

SCALE 1:2,000,000

ANNEX C
TO ALOM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

SUMMARY OF BIOLOGISTS' COMMENTS

INTRODUCTION

1. The following are statements made by biologists or taken from articles written on the subject of wildlife behaviour to aircraft generated noise. The second portion of this Annex is devoted to "quotable quotes" on the same subjects. These comments were taken from the Goose Bay Initial Environmental Evaluation, February 1981, and deal with animal behaviour in western Canada and in the Northwest Territories.

Arthur M. Martell, Wildlife Biologists, C.W.S. Whitehorse, Yukon

No empirical data available. In two years work with Porcupine Caribou Herd near the Dempster Highway, he found that loud noise interrupted feeding activity near the highway. This could be critical because the caribou are on a light energy balance in Winter. Likewise any disturbance which would cause a significant decrease in feeding activity in summer (insect harassment can cause such disturbance in some years) would be detrimental to caribou as Summer is the season for growth and for replenishment of energy reserves lost during Winter and during pregnancy and lactation. 1 DEC 80

Merlin W. Shoesmith, Chief Biological Services, Manitoba

No specific data are available on low-level jets and wildlife. Sudden loud noises could disrupt normal behaviour and the activities of most wildlife species especially large mammals and birds if repeated passes are made. Response to snowmobiles depends on the environmental context. Barren-gound caribou may begin running at the first sounds of a snowmachine since the only time it is heard is when natives are hunting. Other large mammals show little response if no threat is associated. Elk, moose and deer at CFB Shilo have adapted to nearly all sounds of vehicles (tank and artillery) used on the range.
19 DEC 80

.../C-2

ANNEX C
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

David R. Klein
The Reaction of Some - Northern Mammals to Aircraft Disturbance

A direct correlation appears to exist between the height of the aircraft and the caribou response. Strongest reaction in winter less in spring and summer; larger groups found to react more than individual or small groups. Bulls less reactive than cows and calfs. Pre-harassment activity also determined degree of reaction. Heights of 200' or less generally elicited running or panic response, from 200'-500' response could be mild or strong in the majority of cases. Extreme energy expenditure and abandonment of ranges are possible consequences. Adaptation seems likely over time.

George W. Calef, Elmer A. DeBock and Grant M. Lortie
The Reaction of Barren Ground Caribou to Aircraft 1972-73

During Spring and fall migration a pronounced reaction was observed below 200' above that altitude reaction was less than 20%. Above 500' altitude, strong response was not observed. Response was strongest on the calving grounds and during winter. Caribou reacted less violently to the helicopter than to the fixed wing. Pre-stimulus behaviour effected reaction but size of group, terrain and vegetation did not. Calving cows, and those with newborn ignored harassment.

Valerius Giest, Behavior as quoted in Big Game of North America, STACKPOLE Books, 1978

An analysis of the use of animal behaviour as a management tool and the importance of direct observation of a specific population as opposed to generalized statements by species. Some good information on energy expenditure as a result of harassment. "Hard running can exceed by 20 times the cost of base metabolism ... climbing requires about 12 times as much energy as locomotion on level surfaces. The cost of harassment depends, therefore, on the distance travelled and elevation ascended, cost of excitation before and after locomotion and food intake opportunities lost as a consequence."

Disturbance leads to reduced productivity abortion and hard running in winter can damage lungs and increase sensitivity to disease (as well as trampling or desertion of young).

.../C-3

The most critical times of disturbance tend to be during cold weather, late pregnancy, the fly season and whenever animals are in a state of negative energy balance. Range shifts can occur as a result of disturbance. It is difficult to evaluate as patterns naturally shift over decades.

Displacement of populations from critical areas such as caribou from calving grounds can lead to heavy predation. Caribou have shown a remarkable ability to adapt to mans presence.

C.A. Fischer, D.C. Thompson, R.L. Wooley and P.S. Thompson. 1977

Ecological studies of caribou on the Boothia Peninsula and in the District of Keewatin, N.W.T., 1976 with observations on the reaction of caribou and muskoxen to aircraft disturbance, 1974-1976. Renewable Resources Consulting Services Ltd., prep. for Polarges Environmental Programs.

Larger groups of caribou reacted more strongly than smaller ones, groups with calves reacted more strongly than groups without calves, caribou reacted more strongly in late winter than during the pre-calving, calving and post-calving periods, the proportion of strong response classes decreased as distance from the aircraft increased. The most important factor was above 122m. A total of 334 observations were made on muskoxen. Small sample sizes in some distance cells made statistical analysis difficult. There were no statistical differences in proportion of strong reactions in various horizontal distance classes and prior activity exerted no influence on reaction.

G.W. Calef and G.M. Lortie. 1973
Observations of the Porcupine Caribou Herd, 1972

Towards an environmental impact assessment of the portion of the MacKenzie gas pipeline from Alaska to Alberta. Interim Rpt. No. 3, Appendix 1, Env. Protection on Board, Winnipeg.

Report of a study done in 1972 on the distribution, movements, numbers, population structure and behaviour of the Porcupine caribou herd. The closer, both vertically and horizontally, an airplane flies to caribou, the greater the response. An altitude of 200 ft seems a threshold below which a panic response is roughly linear to altitude.

.../C-4

Observed seasonal differences were difficult to interpret due to the different observers and aircraft used. Small and large groups responded more than groups of intermediate size while groups in timber were more reactive than ones in the open. Actively calving cows paid little attention to the aircraft. Cows showed little inclination to leave their calves. Calves were the most reactive group while cows with calves were no more so than other age-sex types. Helicopters which slowly followed caribou were particularly disturbing. Caribou usually stop running within 1/4 mile.

K.H. McCourt, J.D. Feist, D. Doll, and J.J. Russell. 1974
Disturbance Studies of Caribou and Other Mammals in the Yukon and Alaska, 1972

At elevations under 300 ft caribou reacted more to a Bell 206 helicopter than to a Cessna 105 fixed-wing aircraft. Above 300 ft there was no difference. Above 1,000 ft elevation, reactions were infrequent. Larger groups reacted more often and more frequently at low elevation. No seasonal differences were noted. Moose usually reacted to aircraft under 200 ft but fixed-wing aircraft over 600 ft elicited no response. Grizzlies were more sensitive to aircraft than moose or caribou. There was no obvious altitude effect in their response.

K.H. McCourt and L.P. Horstman. 1974

The reaction of barren-ground caribou to aircraft. Chapter I in R.D. Jakimchuk (ed.), The reaction of some mammals to aircraft and compressor station noise disturbance. Renewable Resources Consulting Services Ltd., Can. Arctic Gas Study Ltd. Biol. Rpt. Series Vol. 23.

Caribou reaction to aircraft was found to depend on distance from the aircraft, terrain, group size, and season. Between 13% and 56% of all groups (depending on season) reacted strongly to aircraft closer than 300 diagonal ft while 1% of 14% reacted strongly to aircraft between 300 and 600 diagonal ft. The larger groups were more reactive to low flights during calving and the winter and more reactive to higher flights during the calving, summer and dispersal periods. The overall ordering of reactivity by season was Post-calving, Winter, Spring Migration, Calving, Fall Migration, Summer Movement.

.../C-5

D.C. Surrendi and E.A. DeBock. 1976

Seasonal distribution, population status and behaviour of the Porcupine caribou herd. Can. Wildl. Serv., MacKenzie Valley Pipeline Investigations, Ottawa. 144 pp.

Contains sections on caribou response to aircraft and the Dempster Highway. Caribou reactions to aircraft were divided into 5 behavioural categories. The closer the aircraft, the more extreme the caribou response. There appeared to be a threshold valve of about 75m below which responses dramatically increase. Subjectively, helicopters initiated panic and escape responses at greater distances than fixed-wing aircraft. At aircraft elevation of 15m, 71% of caribou exhibited panic; this figure decreased to 35.5% at 60m. Above 240m there was no observable panic or escape reaction. Caribou were most sensitive in spring and early winter. Caribou in open habitat did not react as violently as those in heavily forested situations. Bedded caribou were less sensitive. Larger groups reacted more violently to aircraft than smaller ones.

Frank L. Miller and Anne Gunn, Responses of Peary Caribou and Muskoxen to Helicopter Harassment
Occasional Paper 40, Canadian Wildlife Service 1976-77

This study was set up to determine animal responses and examine the effect of altitude, the possibility of habituation, the possibility of delayed response and finally the effect of landing and approaching the animals on foot. Multiple passes were flown at slow speed, with reaction observed from the aircraft, or observers deplaned nearby (.4-1.6km) before the harassment passes were flown. The most extreme response of any individual within a group was used a measure of the effect of harassment. The study found that there was an inverse relationship between the intensity of the response and the altitude of the aircraft, and cows with calves were the most responsive groups particularly in the calving and post calving period. Group size, season, terrain, previous activity and aircraft type also contributed to the response level. A dramatic decrease in response was observed above 200 meters AGL but some extreme responses were observed at more than 300 meters AGL. They recommended that overflights be above 600 meters AGL during the calving and post calving period and above 300 meters AGL at other times. They also found that circling type harassment produced the greatest response, probably due to the greater duration of the stimulus. Traumatic injury caused by panic behaviour was not observed.

.../C-6

ANNEX C
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

QUOTABLE QUOTES

Angus Gavin, a Canadian zoologist and conservationalist, says of the Prudhow Bay Oil field and construction of the trans-Alaska pipeline - "... Systematic surveys conducted each year since 1969 have not shown that the development of the one oil field within their domain has caused major changes in the Wildlife population". Of the caribou, Gavin says, "This herd despite all the activities that have taken place within its range, has stayed remarkably stable.

Angus Gavin - Wildlife of the North Slope - a Ten Year Study 1969-1978

Caribou in Lapland have not become conditioned to herding by snowmobiles and careless use can lead to losses of females and calves.

David Klein 1971

"Reports concerning arctic wildlife which describe caribou walking or running away from both fixed and rotating-wing aircraft, the stampeding of sheep, the fast trotting, scattering and the panic of wolves in the presence of a helicopter, the flushing of snow-geese and the decrease of egg production of bald-eagles are in contradiction with others. The contrast between these observations and what can be seen daily on any airfield may be explained by what appears to be a learning process in the case of certain animal populations. Work done on arctic wildlife is interesting enough to suggest that one and the same population should be observed for a relatively extended period of time and on the same spot. The fact is that the unusual noise in combination with the visual stimulus over the heads of the animals is enough to disturb any animal, including man, and make him panic; that special circumstances considerably diminishes our interest in this problem."

Rene - Guy Busnel - The Effects of Noise on Wildlife 1978

It was our general observation that at low altitudes, animals showed a greater reaction to the helicopter than to fixed wing aircraft.

David Klein - The Reaction of some Northern Mammals to Aircraft Disturbances

.../C-7

Harassment is serious when young calves are present; herds stampede and the young can be trampled or separated and abandoned by their dams. Human activity should be avoided near calving grounds.

A.T. Bergerud, CARIBOU

..."Except for cases of extreme and purposeful harassment, aircraft overflights do not seem to cause cows to abandon calves.

Calef et al, The Reaction of Barren-Ground Caribou to Aircraft

Caribou have shown themselves to be extremely well adapted to their environment and adaptable. The direct effect of man may be over-stated. The indirect effect in changing predator/prey relationships and altering patterns of travel (right of way, roads, etc) may be more significant.

A.T. Bergerud, CARIBOU As quoted in Big Game of North America Stackpole Books, 1978

"There is not any good evidence in the literature showing that caribou abandon their ranges as a result of disturbance, with the possible exception of calving areas. To the contrary, a small herd in Ontario winters on an airstrip because of good lichen stands ..."

A.T. Bergerud, CARIBOU

ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

HAZARD CALCULATIONS

SECTION 1

Prepared by Directorate Mathematics Statistics
Operational Research Analysis Establishment

INTRODUCTION

1. The purpose of this Annex is to evaluate the potential hazards to population centres, of fire destruction and to low-flying aircraft posed by the testing of the Air Launched Cruise Missile (ALCM), over a specified region in Western and Northern Canada. The risks assessed here are in essence the probability of the ALCM malfunctioning and having to terminate its flight prematurely, resulting in the possibility of it impacting on a populated area, and/or causing a fire. The hazard to low-flying aircraft relates to the probability of a mid-air collision between the ALCM and an aircraft which is crossing the ALCM flight path.

2. The steps involved in determining these risks are:

   a. for a given flight path of the ALCM, construct a flight corridor consisting of an area 46.3 kilometers (25 Nautical Miles) to either side of the center line flight path;

   b. define the exposed population centres (communities) falling within the flight corridor;

   c. determine the probability of the ALCM impacting with the ground, P(impact)-P_i(I) over a specified flight segment i(i-1,2,3 for NWT, B.C. and Alta. respectively);

   d. determine the potential fire hazard for each flight segment by calculating the probability of a fire resulting from the ALCM impacting (crashing); and

   e. finally, calculate the probability of a mid-air collision between the ALCM and a low-flying aircraft based on some general assumptions about flight paths, traffic volume, aircraft and evasive manoeuvers.

.../D-2

3. The preparation of this report is based heavily upon results and formulae obtained from reference (1). Some of those techniques are simplified here for computational reasons, along with the exclusion of several of the theoretical considerations even though some of them are implied, given that similar approaches for many of the present probability estimations have been used.

SECTION 2 - POPULATED AREA HAZARDS

2.1 DEVELOPMENT

1. To evaluate the potential hazard the ALCM poses on populated areas within a given flight corridor, a model must be developed reflecting an impact distribution and the probability that the area of impact is in a populated region. To accomplish this the model developed to compute this hazard is designed to analyze the ALCM's flight corridor in three segments. They are divided according to provincial/territorial boundaries and allow for failure analysis to be performed based on the time interval the ALCM is within each segment. Calculations are based on the center line path of the ALCM (assumed linear) with an impact distribution assumed to be uniform. This assumption generally leads to more conservative estimates, than the bivariate normal distribution, when the communities are randomly located within the corridor.

2. The model requires knowledge of the following data to determine the potential hazard to populated areas:

a. length of each flight segment and the number of communities contained within the corridor for each segment.

b. area covered by both the flight corridor and the communities within each segment i;

c. the failure rate for the ALCM per hour resulting in immediate termination of flight; and

d. the speed of the ALCM.

.../D-3

2.2 FORMULATION AND DATA

1. The probability that the ALCM impacts on a populated area is composed of two parts. The first is the probability of the ALCM impacting on the ground while over segment i, $P_i(I)$. This probability is derived from the product of the total failure rate of the ALCM and the flight time over segment i. The second part consists of the ratio of the area A_{ij} for community j to the area A_i, the total flight corridor in segment i in which the j^{th} community is found. Mathematically,

P(impact on community j in segment i) = P(ALCM lands on j^{th} community given impact) · P(Impact)

$$P_{ij} = \left(\frac{A_{ij}}{A_i}\right) \cdot P_i(I) \qquad 2\text{-}1$$

and

$$P_i = \sum_j P_{ij} = \frac{P_i(1)}{A_i} \sum_j A_{ij} \qquad 2\text{-}2$$

where equation 2-2 represents the total hazard probability to populated areas for segment i. Lastly,

$$P_{..} = \sum_i \sum_j P_{ij} = \sum_i \sum_j \left(\frac{A_{ij}}{A_i}\right) \cdot P_i(I) \qquad 2\text{-}3$$

is the total potential hazard to all populated areas within the entire flight corridor.

2. The Boeing Aerospace Company has developed flight termination footprints for the ALCM (quoted in reference (1)). Their analysis established that a flight termination would produce two major pieces of debris along with several light-weight pieces. Given that the impacting kinetic energy of the light-weight pieces would be insufficient to pose any significant lethal hazard, the concern is directed at the two larger items. The largest source of debris is the intact missile with its drogue chute. Weighing between 815 and 1450 kilograms upon impact, it has a casualty area of approximately 16 square meters and a scatter dispersion estimated to be within a radius of 61 meters. The second source of debris is the flight termination system compartment cover and its pilot chute. With a weight of 4 kg its predicted casualty area is much smaller, covering only 2.5 meters approximately and minimal scatter dispersion.

.../D-4

3. It is obvious from these values that the proportion of any populated area that would be affected by the ALCM impacting on it, is very small relative to any other type of aircraft.

4. Failure rates for the various ALCM flight systems have been estimated by Boeing Aerospace. Failures were categorized into those requiring immediate flight termination and those requiring eventual flight termination. The latter termination type refers to failures whereby the missile can be flown manually to a recovery area using the Remote Command and Control System. The probability of a double failure occurring associated with the RCCS and another component is some five orders of magnitude smaller than the rate of the single malfunctions requiring immediate termination, and hence it can be ignored. The relevant failure rate data are presented in Table 2-1.

TABLE 2-1

ALCM FAILURE MODES*

Malfunctions Requiring Immediate Flight Termination	Failure Rate (failures per hour flight)
Engine Malfunction	5.00×10^{-3}
Flight Control Element Malfunction	0.28×10^{-3}
Inertial Navigation Element Malfunction	1.05×10^{-3}
Airborne Data Equipment Malfunction	0.06×10^{-3}
Secondary Power Malfunction	0.08×10^{-3}
Total ALCM Failure Rate (resulting in unplanned termination)	6.47×10^{-3}

*Reference (1) (Technical Report 79-1318-1) (Page 3-7)

5. Flight segment characteristic, the ALCM's speed, plus other miscellaneous data are contained in Table 2-2.

.../D-5

TABLE 2-2

HAZARD ANALYSIS DATA

Variable	Flight Segment N.W.T.	B.C.	Alta.
Path Length (km)	1191	606	719
Corridor Area (km^2)	110305	56097	66562
Number of Exposed Communities+	13	35	75
ALCM Speed (km/h)	845		
Corridor Half Width (km)	46.3		

+ includes unoccupied airfields.

2.3 CALCULATIONS AND EXAMPLES

P_i(impact)=P_i(I)=(total ALCM failure rate)x(flight time over segment i)

2-4

where the total failure rate is given in Table 2-1 and flight time over each segment is

1. N.W.T. (time) = 1191 km/845 km/h = 1.410 hours
2. B.C. (time) = 606 km/845 km/h = .717 hours
3. Alta. (time) = 719 km/845 km/h = .851 hours

TOTAL FLIGHT TIME 2.978 hours

since flight time = (segment length)/(ALCM speed)

Hence, P_i(I) for i=1,2,3 is

$P1(I) = (6.47 \times 10^{-3})(1.41) = 9.13 \times 10^{-3}$
$P2(I) = (6.47 \times 10^{-3})(.717) = 4.64 \times 10^{-3}$
$P3(I) = (6.47 \times 10^{-3})(.851) = 5.50 \times 10^{-3}$

2-5

.../D-6

6. In Table 2-3 are examples for one community from each segment demonstrating how to compute the probability of the ALCM impacting on community j in segment i, given it has a malfunction resulting in an immediate pre-mature flight termination. The entire list of exposed communities with their respective estimated areas, population sizes, and impact hazard probabilities are provided in Tables 2-3.1 to 2-3.3.

Table 2-3

SOME PROBABILITIES OF IMPACT HAZARD TO POPULATED AREAS *

1. i=2 j=9 — Chetwynd B.C.

$A_{2,9} = 15.34\ Km^2$ $\quad A_2 = 56097\ Km^2$

$$P_{2,9} = \left(\frac{A_{2,9}}{A_2}\right) P_2(I)$$

$$= \left(\frac{15.34}{56097}\right)(4.64 \times 10^{-3})$$

$$= 1.27 \times 10^{-6}$$

2. i=3 j=28 — Fahler Alta.

$A_{3,28} = 2.75\ Km^2$ $\quad A_3 = 66562\ Km^2$

$$P_{3,28} = \left(\frac{2.75}{66562}\right)(5.55 \times 10^{-3})$$

$$= 2.27 \times 10^{-7}$$

3. i=1 j=6 — Fort Norman N.W.T.

$A_{1,6} = 1.25\ Km^2$ $\quad A_1 = 110305\ Km^2$

$$P_{1,6} = \left(\frac{1.25}{110305}\right)(9.13 \times 10^{-3})$$

$$= 1.03 \times 10^{-7}$$

* Areas derived from Reference 2.

.../D-7

7. Community areas were estimated by taking the product of the approximate length and width for each community (two-dimensional box approximation). In general, these measurements resulted in larger and for present purposes conservative estimates relative to the actual community areas.

8. Given the scale of the maps used and the accuracy of the ruler (length 30 cm), an error of 1 mm = 50 metres was assigned to both the length and width values. Or in terms of area this relates to an area measurement error of approximately $\pm$ .05 km^2 per 1 km of united length and width.

TABLE 2-3.1

PROBABILITY OF IMPACT ON A POPULATED AREA FOR THE ALCM

Province/Territory 1: Northwest Territories*

	COMMUNITY J	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
1.	Bennett Field (AF)	-	u	-
2.	Catelina Strip (AF	-	u	-
3.	Creek Bend (AF)	-	u	-
4.	Fort Good Hope	1.25	463	1.03×10^{-7}
5.	Fort Liard	1.56	405	1.29×10^{-7}
6.	Fort Norman	1.25	286	1.03×10^{-7}
7.	Fort Simpson	1.875	980	1.55×10^{-7}
8.	Little Chicago	.25	(25)	2.10×10^{-8}
9.	Nahanni Butte	.50	85	4.10×10^{-8}
10.	Netla	.25	(25)	2.10×10^{-8}
11.	Norman Wells	1.25	420	1.03×10^{-7}
12.	Thunder River	.75	178	6.20×10^{-8}
13.	Tuktoyaktuk	1.875	772	1.55×10^{-7}
	TOTAL	10.81	3639	8.93×10^{-7}

* Flight corridor area examined 110307 km^2 over region i=1 (NWT).
+ Reference 3
u-designates unoccupied community or area.
(25) indicates estimated population.

There is therefore less than one chance in a million that the ALCM would terminate its flight prematurely over the NWT and impact on a populated area within the specified corridor boundaries.

.../D-8

ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

TABLE 2-3.2

PROBABILITY OF IMPACT ON A POPULATED AREA FOR THE ALCM

Province/Territory 2: British Columbia*

	COMMUNITY J	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
1.	Arras	.25	(25)	2.09×10^{-8}
2.	Attachi	.25	(25)	2.09×10^{-8}
3.	Baldonnel	.75	61	6.22×10^{-8}
4.	Bear Flat	.25	(25)	2.09×10^{-8}
5.	Bond	.25	(25)	2.09×10^{-8}
6.	Brier Ridge	.25	(25)	2.09×10^{-8}
7.	Cecil Lake	.25	(25)	2.09×10^{-8}
8.	Charlie Lake	1.875	280	1.55×10^{-7}
9.	Chetwynd	15.34	2553	1.27×10^{-6}
10.	Clayhurst	.25	(25)	2.09×10^{-8}
11.	Dawson Creek+	16.875	11373	1.40×10^{-6}
12.	Doe River	.25	(25)	2.09×10^{-8}
13.	East Pine	.25	17	2.09×10^{-8}
14.	Farmington	.25	(25)	2.09×10^{-8}
15.	Farrell Creek	.25	(25)	2.09×10^{-8}
16.	Fellers Heights	.25	(25)	2.09×10^{-8}
17.	Fort St. John	29.69	13891	2.46×10^{-6}
18.	Ground Birch	.25	(25)	2.09×10^{-8}
19.	Hudson's Hope	4.375	1365	3.62×10^{-7}
20.	Jedney (AF)	-	u	-
21.	Mason Creek	.25	(25)	2.09×10^{-8}
22.	Moberly Lake	.50	19	4.13×10^{-8}
23.	Pink Mountain	.25	17	2.09×10^{-8}
24.	Progress	.56	34	4.64×10^{-8}
25.	Prophet River	2.80	55	2.32×10^{-7}
26.	Rolla	.56	82	4.64×10^{-8}
27.	Shearer Dale	.25	(25)	2.09×10^{-8}
28.	Sikanni Chief	-	u	-
29.	Sunrise Valley	.25	(25)	2.09×10^{-8}
30.	Tomslake	.25	31	2.09×10^{-8}

.../D-9

TABLE 2-3.2 CONT'D

	COMMUNITY J	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
31.	Trutch	.5	(25)	$4.13x10^{-8}$
32.	Tupper	.75	50	$6.22x10^{-8}$
33.	Two Rivers	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
34.	Willowbrook	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
35.	Wonowani	.9375	93	$7.75x10^{-8}$
	TOTAL	80.9875	30371	$6.7x10^{-6}$

* Flight corridor area examined 56097 km^2 over region i=2 (BC).
+ includes area of South Dawson.

Hence there are approximately 7 chances in a million that the ALCM would terminate its flight prematurely over B.C. and impact on a populated area within the specified corridor boundaries.

TABLE 2-3.3

PROBABILITY OF IMPACT ON A POPULATED AREA FOR THE ALCM

Province/Territory 3: Alberta*

	COMMUNITY J	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
1.	Agnes Lake (AF)	-	0	-
2.	Amesbury	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
3.	Arcadia	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
4.	Atikameg	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
5.	Bay Tree	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
6.	Belloy	.375	15	$3.08x10^{-8}$
7.	Bezanson	.50	87	$4.13x10^{-8}$

.../D-10

TABLE 2-3.3 CONT'D

	COMMUNITY J	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
8.	Blueberry Mountain	.375	(25)	3.08×10^{-8}
9.	Bonanza	.50	(25)	4.13×10^{-8}
10.	Breynat	.375	44	3.08×10^{-8}
11.	Calais	.375	(25)	3.08×10^{-8}
12.	Calling Lake	.375	(25)	3.08×10^{-8}
13.	Canyon Creek	.75	145	6.22×10^{-8}
14.	Cherry Point	.25	(25)	2.09×10^{-8}
15.	Christina Basin (AF)	-	0	-
16.	Clairmont	1.75	852	1.45×10^{-7}
17.	Codesa	.25	(25)	2.09×10^{-8}
18.	Cold Lake	3.125	2110	2.58×10^{-7}
19.	Crooked Creek	.25	(25)	2.09×10^{-8}
20.	De Bolt	.75	117	6.22×10^{-8}
21.	Demitt	.25	(25)	2.09×10^{-8}
22.	Desmaris	1.50	260	1.24×10^{-7}
23.	Dimsdale	.51	25	4.24×10^{-8}
24.	Donnelly	1.25	336	1.04×10^{-7}
25.	Dunvegan	.375	36	3.08×10^{-8}
26.	Eagleshan	1.17	208	9.69×10^{-8}
27.	Enilda	1.00	142	8.26×10^{-8}
28.	Fahler	2.75	1102	2.27×10^{-7}
29.	Faust	1.50	399	1.24×10^{-7}
30.	Gift Lake	1.50	428	1.24×10^{-7}
31.	Girouxville	.97	325	8.04×10^{-8}
32.	Goodwin	.25	(25)	2.09×10^{-8}
33.	Grand Centre	4.375	3146	3.62×10^{-7}
34.	Grand Praire	45.00	24236	3.72×10^{-6}
35.	High Praire	3.00	2506	2.48×10^{-7}
36.	Homestead	.25	(25)	2.09×10^{-8}
37.	Hythe	2.71	639	2.24×10^{-7}
38.	Imperial Mills	.375	58	3.08×10^{-8}
39.	Indian Village	.25	15	2.09×10^{-8}
40.	Iron River	.375	(25)	3.08×10^{-8}
41.	Jean Cotê	.50	68	4.13×10^{-8}
42.	Joussard+	1.125	330	9.30×10^{-8}
43.	Kathleen	.25	(25)	2.09×10^{-8}
44.	Kenzie	.25	(25)	2.09×10^{-8}
45.	Kinuso	1.39	285	1.15×10^{-7}

.../D-11

TABLE 2-3.3 CONT'D

	COMMUNITY j	AREA (km^2)	POPULATION	P(impact on community j)
46.	La Corey	.25	18	$2.09x10^{-8}$
47.	Lac La Biche	3.06	2007	$2.53x10^{-7}$
48.	La Glace	.9375	165	$7.76x10^{-8}$
49.	Lessard	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
50.	Marten Hills (AF)	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
51.	Meridan (AF)	.375	34	$3.08x10^{-8}$
52.	McLennan	2.50	1125	$2.07x10^{-7}$
53.	Nipisi (AF)	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
54.	Philomena	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
55.	Plamondon	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
56.	Prestville	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
57.	Primrose	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
58.	Round Hill	.9375	121	$7.76x10^{-8}$
59.	Rycroft	1.58	649	$1.31x10^{-7}$
60.	Sexsmith	1.875	1180	$1.55x10^{-7}$
61.	Silverwood	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
62.	Slave Lake	8.75	4506	$7.24x10^{-7}$
63.	Smuj Cove	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
64.	Springburn	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
65.	Spirit River	1.75	(25)	$1.45x10^{-7}$
66.	Stungeon Heights	.25	13	$2.09x10^{-8}$
67.	Tangent	.5625	48	$4.68x10^{-8}$
68.	Triangle	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
69.	Valhala Centre	1.00	45	$8.26x10^{-8}$
70.	Valleyview	5.00	2061	$4.13x10^{-7}$
71.	Wabasca	1.50	301	$1.24x10^{-7}$
72.	Wanham	3.88	266	$3.21x10^{-7}$
73.	Watino	.50	54	$4.13x10^{-8}$
74.	Webster	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
75.	Woking	1.00	106	$8.26x10^{-8}$
	TOTAL	122.7075	51369	$1.02x10^{-5}$

* Flight corridor area examined 66562 km^2 over region i=3 (Alta.).
♦ includes Joussard Station area.

Thus there are approximately ten chances in one million that if the ALCM must terminate its flight prematurely over Alberta it will impact on a populated area.

(25) indicates estimated population (no Statistics Canada census value collected for region in question).

Hence, for the entire flight corridor, the estimated potential hazard summed over all communities and segments is approximately eighteen in one million.

.../D-12

ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

SECTION 3 - FIRE HAZARDS

1. Fire hazards are presented in the form of the likelihood of a fire occurring in a region where it could cause damage to the surrounding environment. To determine the probability of a fire in the Canadian case, an assumption that JP-9 fuel used for the Canadian tests in the cruise missile will behave similar to JP-4 fuel used in tests over the U.S. This is necessary because no data on testing with JP-9 fuel exists, however, results are available for JP-4 fuel.

2. The likelihood for fire can be estimated by:

$$P(\text{fire}) = P(\text{fire} \mid \text{impact}) P(\text{impact near combustibles}) \cdot P(\text{impact}) \qquad 3\text{-}1$$

From the American study on testing of the Advanced Development Vehicle in the development of the ALCM, six crashes occurred. In all cases, the fuel tank ruptured, spilling JP-4 fuel. One of these resulted in a fire hence an initial estimate for $P(\text{fire} \mid \text{impact})$ is 1/6. The corresponding 95% (one-sided) upper bound for this estimate is approximately 1/2. To keep in accordance with worst possible cases, the upper bound was chosen to represent the likelihood of fire given impact. (Note: likelihood and probability are inter-changeable here).

3. Secondly, the severity of the damage caused by a fire depends upon several factors, all of which determine whether or not an ignited fire will sustain itself. The probability of impact near combustibles attempts to account for these factors. Three major determinants are, the geographic conditions, the amount of fuel in the tank upon impact, and the existence of combustible material in the vicinity of the original fire.

4. Geographic conditions include climate, vegetation and soil type. In all cases, testing is to be done during the winter (January to March), therefore it is assumed that there will be a snow cover, plus frozen soil. Combined with these, the N.W.T. being mostly tundra and water, the likelihood of a sustained fire is almost nil. Northeastern B.C. is primarily mountainous, with some valleys containing forests and other vegetation, hence there is a slightly higher chance of a sustained fire occurring. Lastly, Alberta contains enough forests and grasslands in its northern half, that a fire might spread after a crash causes ignition. Also, given that Alberta and B.C. have more populated areas within the flight corridor, the possibility of them containing combustibles sufficient to cause further damage beyond that incurred during impact was considered.

.../D-13

5. Fuel amounts are greatest over the NWT, then B.C. and lastly Alberta, hence in Alberta, where other fire considerations are the worst, at least the amount of fuel left is expected to be small. The majority of fuel consumed after ignition is in the form of a fire ball lasting about 20-30 seconds. If no other combustibles nearby are ignited by the fire ball, the remainder of the fuel will be expended in small fires.

6. Assigning probabilities to these variables is difficult and subjective, however, given the combination of characteristics mentioned for each flight segment the probability of impact near combustibles are estimated to be:

P(I near C)	NWT	B.C.	Alberta
	.01	.05	.10

Hence, from equation 3-1

P_1(fire NWT) = (.5)(.01)(9.1×10^{-3})
= 5×10^{-5}

P_2(fire B.C.) = (.5)(.05)(4.6×10^{-3})
= 1×10^{-4}

P_3(fire Alta.) = (.5)(.10)(5.5×10^{-3})
= 3×10^{-4}

The total for the entire flight corridor is about four and a half in ten thousand.

SECTION 4 - MID-AIR COLLISION HAZARD

4.1 ASSUMPTIONS

1. To provide an estimate of the probability of a collision between the cruise missile and an aircraft, it is assumed that:

a. no evasive action is taken by either the pilot of the aircraft or the remote "pilot" of the missile;

.../D-14

b. the missile direction, speed, and altitude are reasonably constant;

c. the aircraft traffic (across the flight path segment) is at normal levels and constant;

d. scheduled commercial air traffic flies at higher altitudes than the cruise missile test area, hence are not considered; and

e. military air activity would be restricted within the test area to minimize hazards to their aircraft.

2. As a result of assumptions d and e, the primary concern is directed at the hazard to general aviation aircraft. Table 4.1 indicates air traffic activity at airfields within the flight corridor during the testing period. From the table general aviation statistics were computed (proportion of total traffic that is considered to be general aviation, and the frequency of general aviation per hour across each segment).

TABLE 4-1

GENERAL AVIATION TRAFFIC

Reference: See Reference 4

NORTHWEST TERRITORIES TOTAL = 10,239

	JAN	FEB	MAR
Tuktoyaktuk	551	474	838
Inuvik	1315	1302	1718
Norman Wells	992	975	1284
Wrigley	91*	63*	92*
Fort Simpson	237	61	216
	3116	2975	4148

* Estimate of traffic based on actual reporting over 12, 21 and 19 days respectively.

.../D-15

ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

BRITISH COLUMBIA TOTAL = 35987

	JAN	FEB	MAR
Dawson Creek	2405	1896	3233
Fort Nelson	2572	2978	3688
Fort St John	6105	5847	7263
	11082	10721	14184

ALBERTA TOTAL = 29761

	JAN	FEB	MAR
Grand Prairie	5276	5811	7730
Peace River	1821	1956	3182
Slave Lake	1246	1180	1559
	8343	8947	12471

NOTES:

1. All figures show total aircraft movements.

2. Approximately 75% are considered to be general aviation traffic.

3. Destinations or routing of aircraft unknown, hence the worst possible case that all general aviation traffic using these airfields was considered (very extreme case).

4. Frequency of general aviation traffic in segment i per hour is computed by

$$F_{A_i} = \frac{TGA_i}{TIME}$$

TGA_i-total general aviation traffic in segment i
for a given time period. From notes 1 and 2
$TGA_i = .75 \times TOTAL_i$ (75% of all aircraft using airfields within segment i)

TIME - time period (Jan, Feb, March)
- 90 days or 2160 hours

$$F_{A_1} = \frac{(10239)(.75)}{2160} = 3.55$$

3.6 general aviation aircraft pass through segment 1 (NWT) per hour.

.../D-16

Similarly

$$F_{A_2} = \frac{(35987)\ (.75)}{2160} = 12.5$$ general aviation aircraft passing through segment 2 (B.C.) per hour.

$$F_{A_3} = \frac{(29761)\ (.75)}{2160} = 10.3$$ general aviation aircraft passing through segment 3 (Alberta) per hour.

All general aviation aircraft traffic frequencies are based on 24 hour day, 7 days a week flow of traffic. Actual traffic frequencies will differ depending on time of day and day of the week.

4.2 NOTATION AND FORMULAE TAKEN FROM REFERENCE 1

1. Let the space occupied by the missile and by a typical aircraft be approximated by a boxed-in region defined by the length, width and height of the vehicles. Utilizing the geometry for an air collision model (figure 4.1) with descriptive characteristics:

L_M = length of the misssile
W_M = width of the missile (wing span)
H_M = height of the missile (including fins)
L_A = length of a typical general aviation aircraft
W_A = width of a typical general aviation aircraft (wingspan)
H_A = height of a typical general aviation aircraft (including fin and landing gear)
V_M = speed of missile
V_A = average speed for an aircraft in the direction orthogonal to the missile flight path segment
F_{Ai} = frequency of aircraft crossing the missile flight path segment i (aircraft/hour)

All aircraft were treated as if they are heading in a direction orthogonal to the missile flight path segment at speed V_A. The actual aircraft heading doesn't significantly affect the collision probability unless it is nearly parallel to the missile heading.

2. The dimensions of the cruise missile and the estimated dimensions for a typical general aviation aircraft, plus the speed values are presented in Table 4.2.

.../D-17

TABLE 4-2

VEHICLE CHARACTERISTICS+

Variable	ALCM*	Aircraft
Length (km)	.0063	.0091
Width (wingspan) (km)	.0036	.0091
Height (including fins) (km)	.0012	.0030
Speed (km/hour)	845	278**

** Based on average speed of 150 NM/hour for Canadian aircraft.
*Source: Table 3-5 Reference 1
+ Dimensions expressed in km for use in subsequent calculations

The frequency of aircraft per hour crossing the three flight path segments derived from Table 4.1 were:

i = 1 NWT	F_{A1}	= 3.6 aircraft/hour
i = 2 B.C.	F_{A2}	= 12.5 aircraft/hour
i = 3 Alta.	F_{A3}	= 10.3 aircraft/hour

Consider a flight path segment denoted by length D_i (i=1,2,3). Using figure 4.1 as a description of an air collision area, one can approximate the probability of a collision $P(D_i)$, while the cruise missile is tranversing length D_i.

3. The notation and formulae for calculating $P(D_i)$ is:

$$P(D_i) = P(C_i)\ P(I|C_i)\ P(A) \qquad 4\text{-}1$$

$P(C_i)$ = probability of an aircraft crossing segment i during passage of the missile

$P(I|C_i)$ = probability of collision (impact I) given an aircraft crossing, assuming both vehicles are at the same altitude

$P(A)$ = probability of the cruise missile and an aircraft being sufficiently close in altitude such that they would collide

Assuming the frequency of aircraft (F_{Ai}) is small enough, the $P(C_i)$ can be approximated by

.../D-18

FIGURE 4.1

AIR COLLISION GEOMETRY

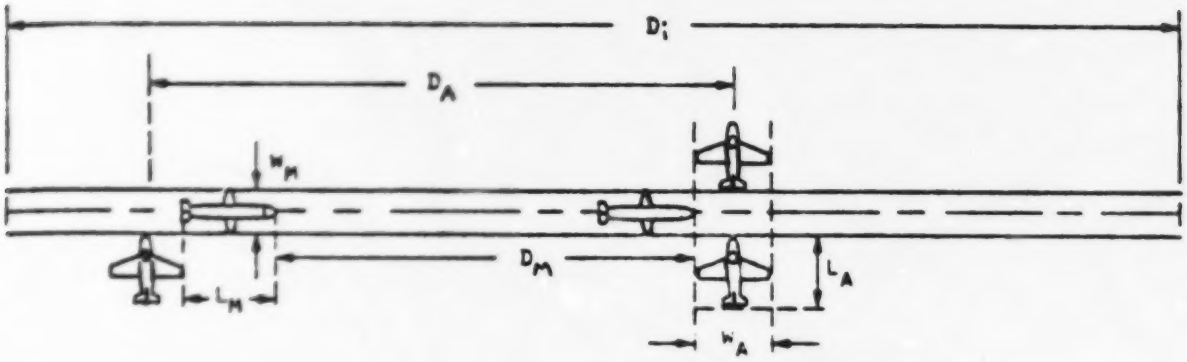


FIGURE 4.2

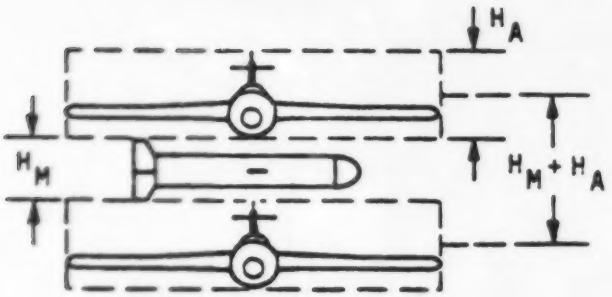


Figure 4.1 and 4.2 are taken directly from reference (1) pages 2-8 and 2-11 respectively.

.../D-19

$$P(C_i) = \frac{\text{missile transverse time}}{\text{time between aircraft}} = \frac{D_i / V_M}{1/F_{A_i}} \qquad 4\text{-}2$$

Referring to Figure 4.1, it is seen that the time (T_A) that any part of an aircraft is in the collision zone is given by:

$$T_A = \frac{W_M + L_A}{V_A} \qquad 4\text{-}3$$

and the distance travelled by the missile during this time is

$$D_M = T_A V_M \qquad 4\text{-}4$$

The portion of the flight path segment through which the centroid of the aircraft could pass and be struck by the missile is length D_A, where

$$D_A = L_M + W_A + D_M \qquad 4\text{-}5$$

The ratio of this distance D_A to D_i represents the probability of the aircraft crossing at a place where it would be struck by the missile assuming both vehicles are at the same altitude.

$$P(I \mid C_i) = D_A / D_i \qquad 4\text{-}6$$

4. In order to compute the probability P(A) of the cruise missile and an aircraft being sufficiently close in altitude to cause a collision, it was assumed that the altitudes of each vehicle are normally distributed with known means and standard deviations.

$P_A(h)$ = normal density function for aircraft altitude, with mean μ_A = 1.737 km (5700 ft) standard deviation σ_A = .559 km (1833 ft)

$P_M(h)$ = normal density function for the cruise missile altitude, μ_M with mean = 1.524 km (5000 ft) standard deviation σ_M = .1 km (33 ft)

The missile's characteristics were taken directly from reference 1 as were the aircraft values. (p3-8 and D-6 respectively). The aircraft properties were based upon general aviation traffic in the .06 to 3.4 km range (200 to 11,200 feet) resulting in the mean and standard deviation values produced for $P_A(h)$.

.../D-20

5. If the altitudes of the cruise missile and the aircraft are specified according to their respective centroids, then from Figure 4.2, for a collision to occur the aircraft altitude would have to be within the region $(H_M + H_A)$ about the cruise missile. Mathematically, the corresponding probability of the two vehicles being sufficiently close for a collision occurrence is:

$$P(A) = P\left[-\left(\frac{H_M + H_A}{2}\right) \leq X_A - X_M \leq \left(\frac{H_M + H_A}{2}\right)\right] \qquad 4\text{-}7$$

Where, X_A and X_M are the actual altitudes of the aircraft and missile respectively. Standardizing the expression for P(A) we get

$$P\left|-\frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq \frac{(X_A-X_M)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq \frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}}\right| = P(A)$$

$$P\left|-\frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq Z \leq \frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}}\right|$$

where Z is the standardized difference between the aircraft and the missile altitudes.

Putting equations 4-2 to 4-7 together in equation 4-1, the final form of $P(D_i)$ is

$$P(D_i) = F_{A_i}\left|\frac{W_M+L_A}{V_A}+\frac{L_M+W_A}{V_M}\right| P\left|-\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right) \leq X_A - X_M \leq \left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)\right| \qquad 4\text{-}8$$

4.3 RESULTS

1. Using equation 4-8 for $P(D_i)$ and the data from Table 4.2, the air collision hazard over each segment i(i=1,2,3) can be calculated.

i=1 NWT D_1 = 1191 km

$$P(D_1) = 3.555\left|\left(\frac{.0036474+.009144}{277.845}\right)+\left(\frac{.0063246+.009144}{844.65}\right)\right|(2.75\times10^{-3})^*$$

$$= 3.555\ (4.6\times10^{-5}+1.83\times10^{-5})\ (2.75\times10^{-3})$$

$$P(D_1) = .063\times10^{-6}$$

.../D-21

Similarly

$$P(D_2) = 12.4955\ (6.43 \times 10^{-5})\ (2.75 \times 10^{-3})$$
$$= 2.2 \times 10^{-6}$$

$$P(D_3) = 10.3337\ (6.43 \times 10^{-5})\ (2.75 \times 10^{-3})$$
$$= 1.8 \times 10^{-6}$$

$$* P(A) = P\left|-\left(\frac{H_M + H_A}{2}\right) \leq X_A - X_M \leq \left(\frac{H_M + H_A}{2}\right)\right|$$

$$= P\left|-\frac{\left(\frac{.0012 + .003}{2}\right) - (1.737 - 1.524)}{\sqrt{(.559)^2 + (.1)^2}} \leq Z \leq \frac{\left(\frac{.0012 + .003}{2}\right) - (1.737 - 1.524)}{\sqrt{(.559)^2 + (.1)^2}}\right|$$

$$= P\left|-.3788 \leq Z \leq -.3714\right| = 2.75 \times 10^{-3}$$

Where Z is standard normal tor the difference between the aircraft and missile altitudes

Hence for the entire flight corridor the air collision hazard is less than five in one million.

NOTES:

1. These values represent an extreme upper bound for probability of air collision as not all aircraft using the airfields in the flight path region would cross the flight path corridor.

2. Either the aircraft pilot and/or the missile would perform some type of evasive action. (The ALCM does have an offset mode designed for evasive manoeuvres).

3. The scheduled route and times of the cruise missile testing should be known to all airfields nearby, hence they probably would suggest avoidance to pilots, resulting in traffic levels being less than normal.

.../D-22

SECTION 5 - CONCLUSION

1. From the results produced in this study the following conclusions were derived:

a. The potential hazard to any particular community is very small, and even over an entire province or territory the probability is still not large enough to warrant serious concern.

b. Fire hazards are possible based on the broad assumptions made, to warrant some fire control procedures. Especially since the volatility of the untested fuel JP-9 is known to be high.

c. From the model the danger of a mid-air collision between the ALCM and another aircraft is low, and would surely be even lower, since in reality either the pilot of the aircraft, or the offset mode on board the ALCM would perform some type of evasive manoeuvre or both.

ALCM HAZARD COMPARISON (Per Test)

	ALBERTA	B.C.	N.W.T.	TOTAL
Impact on Populated Area Hazard	10.5×10^{-6} (.000010)	6.7×10^{-6} (.0000067)	0.89×10^{-6} (.00000089)	17.6×10^{-6} (.0000176)
Fire Hazard	3.0×10^{-4} (.0003)	1.0×10^{-4} (.0001)	0.5×10^{-4} (.00005)	4.5×10^{-4} (.00045)
Air Collision Hazard	1.8×10^{-6} (.0000018)	2.2×10^{-6} (.0000022)	0.63×10^{-6} (.00000063)	4.6×10^{-6} (.0000046)

.../D-23

ANNEX D
TO ALOM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

Hazard Comparison Between Canadian and U.S. ALOM Testing Environmental Studies

1. All comparisons are made based on average hazard per 100 km of flight.

2. U.S. (ALOM flown once in each direction) total flight length approximately 4800 km.

3. Canadian flight path length is approximately 2520 km.

4. a. Average hazard to populated areas per 100 km

U.S.	4.6×10^{-6}	
Canada	0.7×10^{-6}	(less populated)

b. Average fire hazard per 100 km

U.S.*	5.5×10^{-5}	
Canada	1.7×10^{-5}	(winter testing)

c. Average air-collision hazard per 100 km

U.S.	2.7×10^{-7}
Canada	1.8×10^{-7}

* U.S. fire hazard almost entirely concentrated in two regions.
Flight segment 101(128) P(fire)=6.6×10^{-4}
Flight segment 109(120) P(fire)=5.4×10^{-4}

The remaining segments are primarily over desert regions.

.../D-24

ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

REFERENCES

1. Haber J.M. "Hazard Analysis" for the ALCM (AGM-86B) Inland Tests, J.H. Wiggins Company, March 1979 Prepared for Joint Cruise Missile Project Office.

2. Energy, Mines and Resources: Topographical maps produced from aerial photographs, scale 1:50,000, dated 1960-1980 (see below).

3. Population Library, Statistics Canada Reference Document 99-906 (1981), Place Name Reference.

4. Aircraft Movement Statistics, Monthly Reports 1981 Transport Canada, TP 141.

SEGMENT 1 N.W.T.

MAPS	REGION	NUMBERS	PUBLISHED
95	B	2	1961
95	G	3	1963
95	H	14	1953
96	C	13	1965
96	E	7	1960
106	I	7	1973
106	O	1	1973
107	C	7	1974

SEGMENT 2 B.C.

MAPS	REGION	NUMBERS	PUBLISHED
93	P	9-16	1980
94	A	1-4,6,7,12	1980,1981
94	G	2,7,10	1963,1953
94	J	2	1953
95	B	2	1961
95	G	3	1963
95	H	14	1953

SEGMENT 3 Alberta

MAPS	REGION	NUMBERS	PUBLISHED
73	L	7,8,13	1980
73	M	4	1976
83	M	1-16	1980
83	N	1-16	1978,1980
83	O	5-8	1976
83	P	1,2,3	1980

APPENDIX 1
TO ANNEX D
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

CASUALTIES - COMMON ACCIDENTS

	ALBERTA	BRITISH COLUMBIA	TERRITORIES
Major Vehicle Traffic Accidents	662 (.000296)	820 (.000299)	6 (.000131)
Motor Vehicle Non-Traffic Accidents	15 (.000007)	19 (.000007)	5 (.000109)
Water Transport Accidents	20 (.000009)	58 (.000021)	3 (.000066)
Air Traffic Accidents	24 (.000011)	47 (.000017)	1 (.000022)

NOTES:

1. Total populations for provinces: Alberta - 2,237,725
   B.C. - 2,744,465
   N.W.T. - 45,740

2. Figures in brackets indicate accident type to population ratio for each province based on 1981 data. This ratio is assumed to be constant for the entire province.

3. Population within ENVIRONMENTAL CORRIDOR: Alberta - 51,369
   B.C. - 30,371
   N.W.T. - 3,639

Reference: Statistics Canada, 1981 Census of Canada.

ANNEX E
TO ALOM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

POPULATION LIBRARY

COMMUNITY		POPULATION
NORTHWEST TERRITORIES		
Bennet Field (Airfield)		u
Catelina Stip (Airfield)		u
Creek Bend (Airfield)		u
Fort Good Hope		463
Fort Liard		405
Fort Norman		286
Fort Simpson		980
Little Chicago		(25)
Nahanni Butte		85
Netla		(25)
Norman Wells		420
Thunder River		178
Tuktoyaktuk		772
	Total	3639
BRITISH COLUMBIA		
Arras		(25)
Attachi		(25)
Baldonnel		61
Bear Flat		(25)
Bond		(25)
Brier Ridge		(25)
Cecil Lake		(25)
Charlie Lake		280
Chetwynd		2553
Clayhurst		(25)
Dawson Creek and South Dawson		11373
Doe River		(25)
East Pine		17
Farmington		(25)
Farrell Creek		(25)
Fellers Heights		(25)
Fort St John		13891
Ground Birch		(25)
Hudson Hope		1365
Jedney (Airfield)		u

.../E-2

ANNEX E
TO ALOM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

COMMUNITY	POPULATION
BRITISH COLUMBIA (CONT'D)	
Mason Creek	(25)
Moberly Lake	19
Pink Mountain	17
Progress	34
Prophet River	55
Rolla	82
Shearer Dale	(25)
Sikanni Chief	u
Sunrise Valley	(25)
Steamboat	(25)
Tomslake	31
Trutch	(25)
Tupper	50
Two Rivers	(25)
Willowbrook	(25)
Wonowani	93
Total	30371
ALBERTA	
Aynes Lake (Airfield)	u
Amesbury	(25)
Arcadia	(25)
Atikameg	(25)
Bay Tree	(25)
Bellay	15
Bezanson	87
Blueberry Mountain	(25)
Bonanza	(25)
Breynat	44
Calais	(25)
Calling Lake	(25)
Canyon Creek	145
Cherry Point	(25)
Christina Basin (Airfield)	u
Clairmont	852
Codesa	(25)

.../E-3

ANNEX E
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

COMMUNITY	POPULATION
ALBERTA (CONT'D)	
Cold Lake	2110
Crooked Creek	(25)
De Bolt	117
Demitt	(25)
Desmaris	260
Dimsdale	25
Donnelly	336
Dunvegan	36
Eaglesham	208
Enilda	142
Fahler	1102
Faust	339
Gift Lake	428
Girouxville	325
Goodwin	(25)
Grand Centre	3146
Grand Prarie	24236
High Prarie	2506
Homestead	(25)
Hythe	639
Imperial Mills	58
Indian Village	15
Iron River	(25)
Jean Coté	68
Joussard and Joussard Station	330
Kathleen	(25)
Kenzie	(25)
Kinuso	285
La Corey	18
Lac La Biche	2007
La Glace	165
Lessard	(25)
Marten Hills (Airfield)	(25)
Meridian (Airfield)	34
McLennon	1125
Nipisi (Airfield)	(25)
Philomena	(25)
Plamondon	(25)
Prestville	(25)
Primrose	(25)

.../E-4

ANNEX E
TO AIAM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

COMMUNITY	POPULATION
ALBERTA (CONT'D)	
Round Hill	121
Rycroft	649
Sexsmith	1180
Silverwood	(25)
Slave Lake	4506
Smoky Cove	(25)
Springburn	(25)
Spirit River	(25)
Sturgeon Heights	13
Tangent	48
Triangle	(25)
Valhala Centre	45
Valleyview	2061
Wabasca	301
Waniham	266
Watino	54
Webster	(25)
Wokiny	106
	51369
Total	
Grand Total	85379

NOTES:

1. u - unoccupied

2. ( ) - denotes unincorporated/unorganized community with five buildings or less and assumed to have a population of 25 more or less. A separate listing for these communities was not produced by Statistics Canada for 1981.

3. All population figures are taken from the PLACE NAME REFERENCE LIST - WESTERN PROVINCES AND THE TERRITORIES (Statistics Canada Reference Document 99x906) based on the 1981 census.

BIBLIOGRAPHY

1. J.H. Wiggins Company, 1979 - Candidate Environmental Impact Statement for ALCM (AGM-86B) Missile Test, Technical Report 79-1318-2.

2. J.H. Wiggins Company, 1979 - Hazards Analysis for the ALCM (AGM-86B) Inland Tests, Technical Report 79-1318-1.

3. J.H. Wiggins Company, 1979 - Supplementary Environmental Assessment to the ALCM CEIS for Development Tests.

4. Directorate of Air Plans, February 1981 - An Initial Environmental Evaluation on a proposal to Conduct Low-Level Flying Training from Goose Bay Labrador.

5. Statistics Canada 1981 - Place Name Reference List - Western Provincies and the Territories, Reference Document 99x906.

6. Statistics Canada 1981 - Accident and Casualty Statistics for Canada.

7. Transport Canada 1981 - Annual Report - Aircraft Movement Statistics, TP 577.

8. CFP 120 Chapter 7 - Pollution, Abatement and Control.

9. Imperial Oil Ltd., 1978. Final Draft Environmental Impact Assessment, Cold Lake Project, Volume I. Report for Dept. of Environment for Alberta, prepared by Resources Management Consultants (Alberta) Ltd., Edmonton, Alberta.

10. Imperial Oil Ltd., 1978. Final Draft Environmental Impact Assessment, Cold Lake Project, Volume II. Report for Dept. of Environment for Alberta, prepared by Resources Management Consultants (Alberta) Ltd., Edmonton, Alberta.

11. Dome Petroleum Ltd., Esso Resources Canada Ltd. and Gulf Canada Resources. 1982. Environmental Impact Statement for Hydrocarbon Development in the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region. Volume 1 Summary, Volume 3A Beaufort - Delta Setting, Volume 3C MacKenzie Valley.

12. Berger, Thomas R. Northern Frontier Northern Homeland, Report of the MacKenzie Valley Pipeline Inquiry, Volume 1 and 2, 1977.

13. Pipeline Application Assessment Group, 1974, MacKenzie Valley Pipeline Assessment - Environmental and Socio-Economic Effects of the Proposed Canadian Arctic Pipeline on the Nortwest Territories and Yukon, Issued Under the Authority of the Minister of Indian Affairs and Northern Development.

ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE INITIALE DE LA PROPOSITION DE TENIR DES VOLS D'ESSAI DU MISSILE DE CROISIÈRE AIR-SOL DANS LE CORRIDOR D'ESSAIS CANADIEN

Par: Coordination des plans militaires

Direction générale - Plans militaires et opérations

Quartier général de la Défense nationale, Ottawa

30 septembre 1983

TABLE DES MATIÈRES

Page

INTRODUCTION

PREMIÈRE PARTIE - LE MISSILE AGM-86B

Description 1
Zone d'essais 4
Echelonnement des essais 7
Objet des essais 7
Conduite des essais 7
Aéronefs d'appui 11
Sécurité globale 12
Probabilité d'accident 13
Critères de sécurité du B-52 13
Sécurité au sol 14

DEUXIÈME PARTIE - DONNÉES SUR L'ENVIRONNEMENT

Introduction 15

Région Mer de Beaufort - delta du Mackenzie 15
Région de la vallée du Mackenzie 24
Région du nord-est de la Colombie-Britannique 34
Région de Cold Lake 34

TROISIÈME PARTIE - ÉVALUATION DES RÉPURCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

Données de base 38
Émissions 38
Bruit 41
Risque de collision aérienne 44
Dangers résultant d'une défaillance du ALCM 45
Répurcussions sociales 46

QUATRIÈME PARTIE - EN CONCLUSION

Répurcussions environnementales probables et leur atténuation
Conclusion

Annex A - Système d'arrêt de vol et récupération du missile 51

Annex B - Description préliminaire des secteurs de chasse et de trappage dans les régions d'Inuvik et de Fort Smith, T.N.-O. 52

Annex C - Recueil d'observations de biologistes et de citations 58

Annex D - Calculs de probabilité des risques 67

Appendice 1 - Blessures et pertes de vie - Accidents courants courants 97

Annex E - Réparatition de la population 98

INTRODUCTION

1. Les essais proposés du missile de croisière air-sol (Air Launched Cruise Missile) au-dessus du territoire canadien se dérouleront sous la responsabilité du ministère de la Défense nationale (MDN). Conformément à l'accord canado-américain d'essais et d'évaluation (CANUS T&E) et au protocole d'entente, une étude d'évaluation environnementale a été fournie par la United States Air Force à des fins d'étude par le Canada. Ce document, intitulé Supplementary Environmental Assessment to the ALCM Candidate Environmental Impact Statement for Development Tests, 1979, était un document ressource devant faire l'objet d'une étude environnementale initiale par le MDN et le ministère de l'Environnement. L'étude de ce document a permis de conclure que les essais du ALCM n'auraient aucune répercussion grave sur l'environnement. Il fut recommandé qu'une évaluation environnementale initiale soit effectuée pour mesurer l'expérience américaine dans le contexte canadien. Cette évaluation permettrait également de mettre en relief tout facteur de moindre importance pouvant nécessiter une atténuation plus poussée de façon que les mesures appropriées puissent être prescrites dans le cadre de la proposition finale portant sur le ALCM.

PREMIÈRE PARTIE - LE SYSTÈME DE VOL DU AGM-86B

DESCRIPTION

2. Le ALCM AGM-86B, produit par la Boeing Aircraft Corporation, est un missile de croisière air-sol subsonique à voilure et à réacteur à double flux conçu pour être lancé à partir d'un B-52. Les caractéristiques du missile figurent au tableau 1-1, lui-même étant représenté à la figure 1-2.

The Boeing AGM-86B
Air Launched Cruise Missile
FIGURE 1-2
1
2
3
4
5
8 Wings
9 NTI Kit
10 Tank No. 1
11 INE Bay
12 Temperature Transmitter
13 Pitot/Static Probe
14 Missile Radar Altimeter
15 Nose
16 Flight Controller
17 Pressure Sensing Transducer
18 Flight Data Transmitter
19 Cooling Unit
20 Umbilical Receptacle
21 Inertial Navigation Element (INE)
22 Heat Exchanger
23 Rotary Switch
24 INE Bay Cover
25 Raceway Covers
26 Engine Air Inlet
27 Engine
28 Fin
29 Tail Cone
30 Actuators
31 Thermal Battery
32 Elevons
33 Tank No. 4
34 Tank No. 3
35 Tank No. 2
Deployment
Underwing Fairing
LENGTH: 20 feet 10.5 inches
WING SPAN: 12 feet
WING AREA: 11 square feet
HEIGHT: 4 feet
LAUNCH WEIGHT: 3,150 pounds

LONGUEUR	20,8 pi
CORDE MAXIMALE (GOUVERNES ET AILES NON DÉPLOYÉES)	27,3 po
ENVERGURE DES ÉLEVONS	4,6 pi
ENVERGURE DES AILES	12,0 pi
POIDS AU LANCEMENT*	3 150 liv
POIDS DU CARBURANT (LANCEMENT)	Inférieur à 1 500 liv
MOTEUR	Williams F107-WR
TYPE	Réacteur à double flux
POUSSÉE	600 liv
CARBURANT	JP-9 - JP-10
AUTONOMIE NOMINALE	2 500 km (1 350 mi marins)
VITESSE*	550 mi/h (860 km/h)
*APPROX.	

TABLEAU 1-1

CARACTÉRISTIQUES DU AGM-86B

1 FIGURE 1-2
2 LE MISSILE DE CROISIÈRE air-sol (ALCM) BOEING AGM-86B
3 LONGUEUR: 20 pi 10,5 po
ENVERGURE DES AILES: 12 pi
SURFACE DES AILES: 11 pi^2
HAUTEUR: 4 pi
POIDS AU LANCEMENT: 3 150 liv
4 Déploiement
5 Capot de carénage d'articulation des ailes
6 Antenne de l'altimètre radar
7 Panneau du compartiment de charge utile W-80
8 Ailes
9 Bloc INT
10 Réservoir n^{O} 1
11 Logement de l'ENI
12 Capteur de température
13 Sonde anémométrique
14 Altimètre radar du missile
15 Nez
16 Centrale de commande du vol
17 Capteur de pression

.../3

18 Transmetteur de données de vol
19 Bloc de refroidissement
20 Prise ombilicale
21 Élément de navigation inertielle (ENI)
22 Échangeur de chaleur
23 Sélecteur rotatif
24 Capot de carénage du logement de l'ENI
25 Capots de carénage supérieurs
26 Prise d'air du moteur
27 Moteur
28 Dérive
29 Cône de queue
30 Actionneurs
31 Batterie thermique
32 Élevons
33 Réservoir n° 4
34 Réservoir n° 3
35 Réservoir n° 2

.../4

3. La complexité du AGM-86B exige l'obtention de données très précises de diverses sources. Le AGM-86B est équipé d'un bloc de télémétrie interne et d'un radiophare sur bande C. Le bloc d'instrumentation non tactique (INT) interne permet à l'avion d'appui de la mission d'enregistrer des données télémétriques. Le radiophare sur bande C permet la poursuite en région terminale. Un système d'identification radio est requis pour les essais du ALCM au Canada. Le bloc d'INT sera installé dans le logement d'armement du ALCM. Conformément à l'accord d'essais et d'évaluation CANUS, aucun matériel nucléaire, chimique ou biologique ne sera transporté dans le missile. La figure 1-3 représente de façon schématisée les appareils d'appui de la mission le même que l'installation de contrôle employée aux essais (AETE).

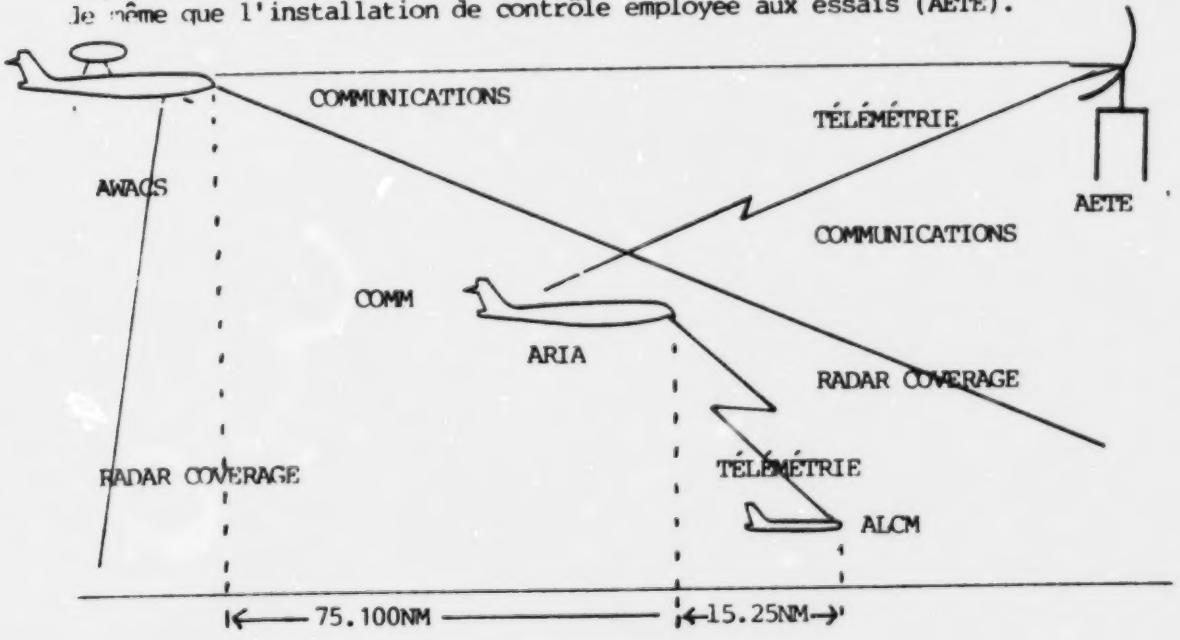


FIGURE 1-3

INTERACTION ENTRE LES AVIONS D'APPUI, L'INSTALLATION DE CONTRÔLE ET LE ALCM

ZONE D'ESSAIS

4. Les essais du ALCM seront tenus dans un corridor d'essais de 80 milles marins (148 km) de largeur et d'environ 1 350 milles marins (2 500 km) de longueur, commençant sur la côte nord du Canada, en vue de terre à l'est du delta du Mackenzie. Le corridor se définit ensuite de façon relativement parallèle à la chaîne des Rocheuses, le long de la vallée du Mackenzie,

jusqu'à ce qu'il s'oriente à l'est, vers le polygone de tir aérien de Cold Lake (CLAWR) et se termine au polygone d'essais de Primrose Lake (PLER). Le corridor choisi permet au missile de voler sur des distances réalistes au-dessus d'un terrain représentatif de son contexte opérationnel dans des conditions arctiques et subarctiques. Le corridor d'essais est représenté à la figure 1-4. Un vol d'essai type durera environ 4,25 heures et couvrira une distance de quelque 1 350 mi marins (2 500 km) à des altitudes variant de 200 à plusieurs milliers de pieds au-dessus du sol (AGL) et à des vitesses de ,2 à ,9 Mach (règle générale, environ 550 noeuds ou 860 km/h).

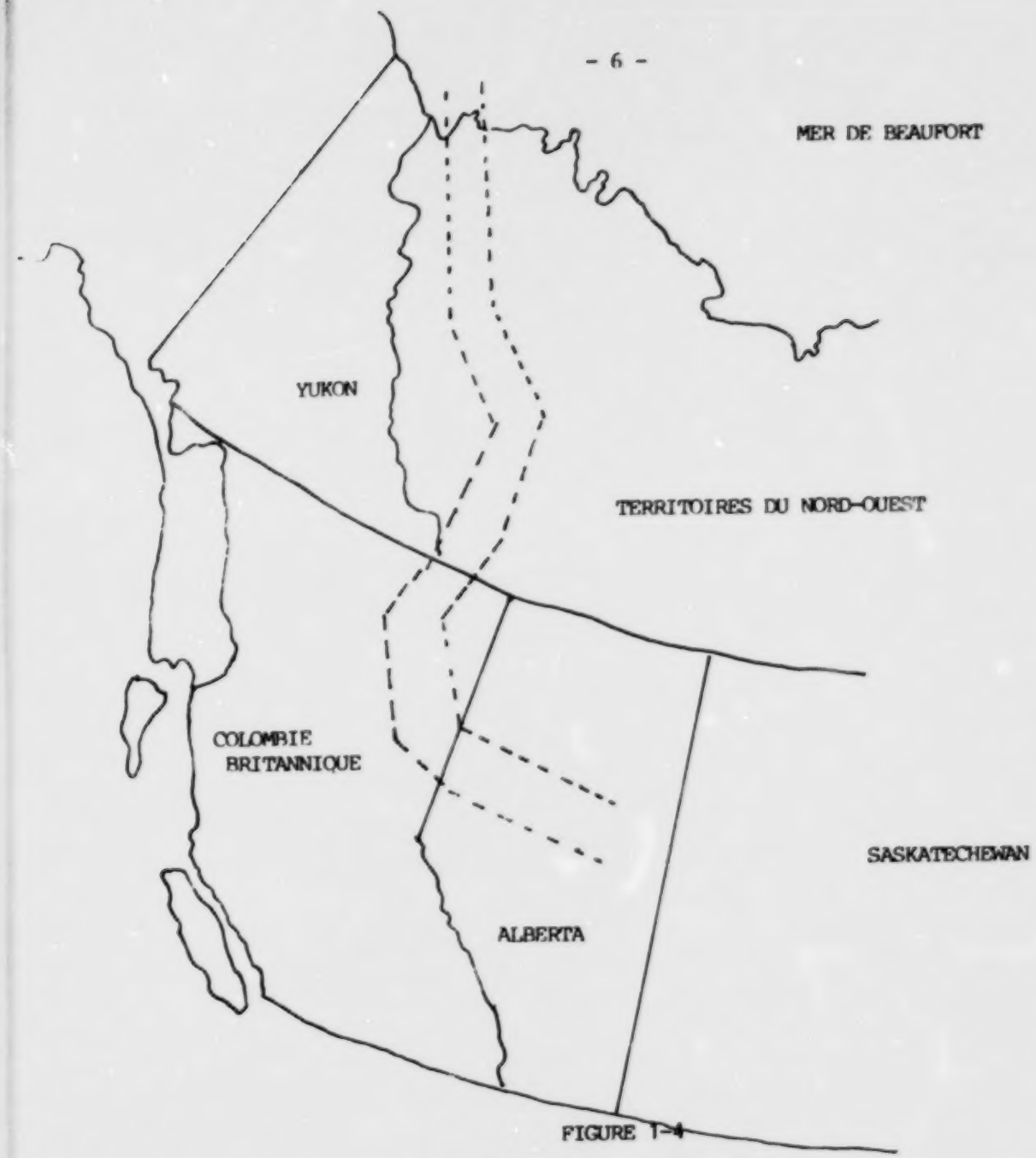


FIGURE 1-4

CORRIDOR D'ESSAIS CANADIEN

.../

5. Une partie du corridor d'essais a été isolée en vue de l'étude de répercussions éventuelles sur l'environnement. Il s'agit du corridor environnemental, de 50 mi marins (93 km), qui a été choisi en fonction de divers scénarios et sur lequel tous les calculs et toutes les hypothèses de discussion sont fondés. Le corridor environnemental a été divisé en quatre zones environnementales distinctes; il a été choisi de façon à représenter la région survolée par le ALCM dans le cadre de tous les vols d'essai possibles. Cependant, si l'on se fie aux résultats des essais faits aux États-Unis, l'on ne s'attend pas à ce qu'un missile en panne ne touche le sol à plus de trois milles marins et demi (6,5 km) d'un côté ou de l'autre de sa trajectoire prédéterminée.

ÉCHELONNEMENT DES ESSAIS

6. De quatre à six missions par année sont prévues pour le corridor d'essais canadien, selon les disponibilités et le dégagement du trajet d'essai, tant aux États-Unis qu'au Canada. Les essais seront restreints aux mois de janvier, février et mars de chaque année pour la durée de l'accord d'essais et d'évaluation CANUS. Les premiers essais sont prévus pour février ou mars 1984. Il devra y avoir un intervalle d'une semaine entre chaque essai du ALCM pour permettre la remise en oeuvre des aéronefs d'appui et l'analyse des données.

OBJET DES ESSAIS

7. Les essais et les évaluations, effectués sous la direction du Strategic Air Command (SAC), ont pour objet d'évaluer l'aptitude opérationnelle et l'efficacité du Boeing AGM-86B, de même que de déterminer ses capacités fonctionnelles dans un milieu représentatif de son contexte opérationnel. Les informations obtenues des essais serviront à vérifier la performance du ALCM au-dessus de la glace, de la neige et des arbres, ainsi qu'à évaluer les effets du temps froid et de la haute latitude sur le système de navigation du missile.

CONDUITE DES ESSAIS

8. Le corridor d'essais canadien et un itinéraire représentatif ont été présentés à des représentants du contrôle de la circulation aérienne, Transports Canada, et à d'autres organismes canadiens intéressés. Les itinéraires d'essai dans les limites du corridor seront choisis de façon que les régions développées, les aéroports et les centres de population (tels qu'identifiés par le MDN et d'autres organismes gouvernementaux canadiens responsables) seront évités par un minimum de 5 mi marins (9,3 km).

9. Chaque itinéraire d'essai sera contrôlé en vol avant la sortie d'essai initiale du ALCM par des avions des Forces canadiennes équipés d'OMEGA, pour

établir que les obstacles verticaux ont été bien identifiés et que des zones développées ne seront pas survolées. Il est possible que des vols de vérification périodique s'imposent en vue de la mise à jour ou de la vérification des données sur l'itinéraire et le terrain. La vérification en vol servira également à contrôler la densité de population et le développement industriel le long de l'itinéraire proposé.

10. Le ALCM sera lancé d'un B-52 entre approximativement 1 000 pi AGL et 40 000 pi MSL. Lorsque le missile est en place sur son dispositif de lancement, ses ailes, ses gouvernes et les prises d'air du moteur sont repliées ou rentrées. Après le lancement, la prise d'air du moteur sort du fuselage et les gouvernes aérodynamiques sont déployées. En même temps que l'allumage du moteur se fait, les ailes se déploient et le véhicule manoeuvre en fonction de son altitude initiale prédéterminée (entre 200 et 5 000 pi AGL).

11. Un système de guidage inertiel dirige le ALCM le long de sa trajectoire de vol prédéterminée à une vitesse et à une altitude également prédéterminées. Un altimètre radar employé en combinaison avec des capteurs de données sur l'air fournit les données d'altitude et de vitesse requises pour informer le système de guidage. Ce dernier emploie un profil programmé d'altitude, de vitesse et de position horizontale. Les points de position horizontale (points de cheminement) que le véhicule est programmé pour survoler servent également de points d'action pour les changements d'altitude, de vitesse et de cap. Les données prélevées par les capteurs sont également employées en mode TERCOM pour la mise à jour continue de la position inertielle du ALCM. Les changements d'altitude et de cap du véhicule sont effectués par une paire d'élevons, eux-mêmes commandés par le système de navigation interne ou par télécommande à partir de l'avion ARIA.

12. Pour qu'il soit certain que les essais seront tenus en toute sécurité, la version d'essai du ALCM comprend des modes de fonctionnement supplémentaires dont est démunie la version opérationnelle normale du missile. Le AGM-86B a trois modes de fonctionnement: mode guidage automatique, mode décalage et mode manuel. Dans l'éventualité de trajectoires de vol en conflit, le directeur d'essai de la mission, qui est également le commandant de la mission, peut, à bord de l'ARIA, déclencher le mode décalage et manoeuvrer le ALCM pour l'amener sur une nouvelle trajectoire à une nouvelle altitude parallèles à l'itinéraire pré-établi au moyen d'un système de télécommande et de télécontrôle. Une fois l'itinéraire de vol initial dégagé, le commandant de la mission transmet les commandes requises au ALCM de façon que ce dernier réintègre sa trajectoire de vol initiale et poursuive la mission en automatique. Dans le cas d'une défectuosité du missile, le commandant de la mission, grâce au mode manuel, peut soit mettre fin à la mission et entreprendre le processus de récupération, soit diriger le missile vers un secteur de récupération.

13. Normalement, le vol est censé se terminer au-dessus du PLER seulement. La séquence de fin de vol se présente de la façon suivante: la manoeuvre de récupération débute par une phase d'accélération, suivie d'une montée effectuée au maximum des capacités du missile, au cours de laquelle débute l'arrêt des fonctions du missile, et se termine par une phase de vol libre. Le système de récupération éteint le moteur à une altitude élevée, puis déploie le système de parachutes qui amortissent la descente du ALCM. La figure 1-5 représente une manoeuvre de récupération type.

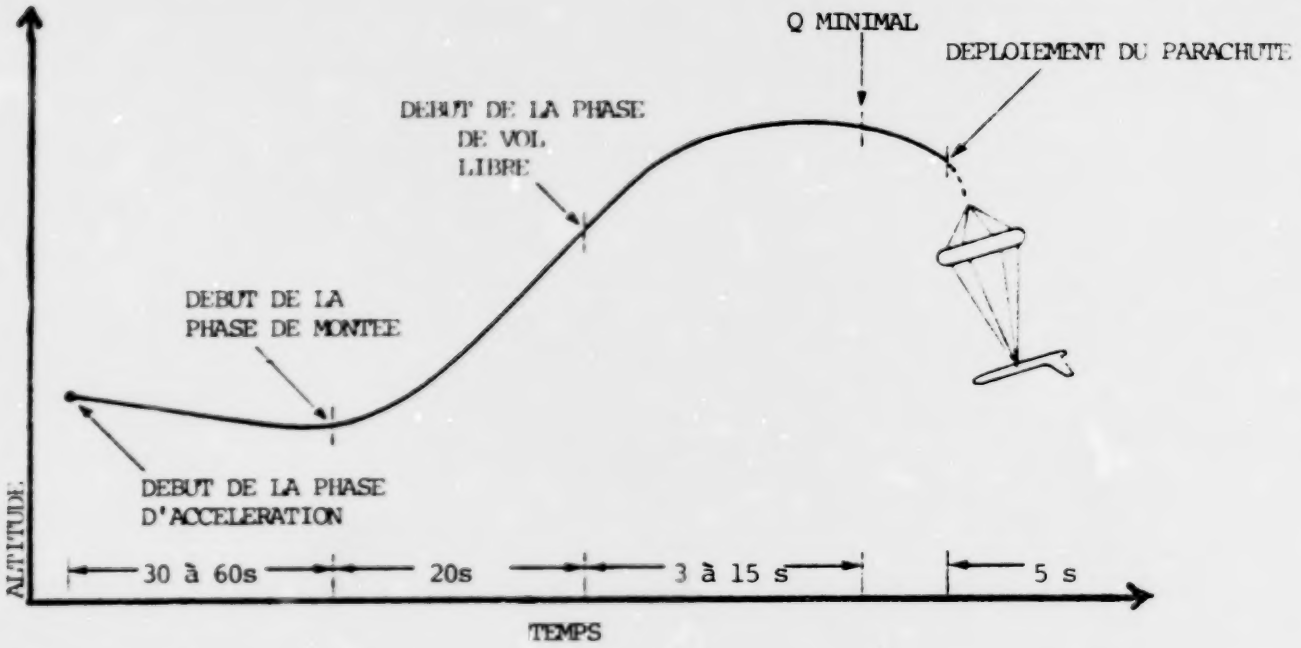


FIGURE 1-5

MANOEUVRE DE RECUPERATION TYPE

AÉRONEFS D'APPUI

14. Les aéronefs ci-dessous seront employés au cours des essais du ALCM en territoire canadien:

a. B-52 - L'avion de lancement sera un B-52. L'avion décollera d'une base américaine, suivra un trajet pré-établi et effectuera l'alignement du missile à haute altitude. À bord de l'ARIA, le directeur d'essai de la mission assumera le commandement opérationnel de la mission avant le lancement. Il aura la responsabilité de s'assurer que tous les systèmes fonctionnent bien en vue du lancement. Après le lancement, le B-52 réintègrera une base américaine.

b. ARIA - L'ARIA (Advanced Range Instrumentation Aircraft), ou avion d'instrumentation de portée avancée, décollera de la BFA Eielson, Alaska, pour chaque mission d'essai prévue du ALCM. Après le décollage, l'ARIA se joindra au B-52 pour contrôler l'alignement du ALCM. Après le lancement de ce dernier, l'ARIA poursuivra le missile en télémétrie à partir d'une altitude approximative de 29 000 pi MSL, 15 à 25 mi marins (28 à 40 km) derrière ce dernier. Un contrôleur d'essai des Forces canadiennes sera à bord de l'ARIA avec le directeur d'essai pour s'assurer du respect des règlements canadiens. Il sera responsable du contrôle de la sécurité globale de la mission et aura l'autorité de mettre fin à l'essai en cours pour des raisons de sécurité. Les communications seront maintenues de façon continue entre l'ARIA et l'installation à Cold Lake participant aux essais (AETE).

c. AWACS - L'avion AWACS, après avoir décollé d'une base américaine, rejoindra le B-52 et l'ARIA. À chaque point de référence, l'AWACS, qui se trouvera à une position décalée de 40 à 100 mi marins (74 à 164 km) derrière le missile, fera la coordination du cap, de la vitesse-air et des changements d'altitude du ALCM avec le directeur d'essai du SAC. De plus, l'AWACS contrôlera l'absence d'avions étrangers aux essais dans le corridor d'essais. En cas de situation conflictuelle, les changements de vol appropriés seront transmis au missile par le contrôleur de la mission. L'AWACS sera en communication radio constante avec l'ARIA.

d. Avion avitailleur - Un avion avitailleur KC10 ou K135 sera requis pour l'appui du B-52 et de l'AWACS.

e. Aéronef de récupération - Après la fin du vol du ALCM à PLER, le personnel de récupération sera transporté sur terre ou par air au point de chute du missile. Ce dernier ayant été préparé, il sera

transporté par un hélicoptère canadien CH135 à la base campement de PLER.

SÉCURITÉ GLOBALE

15. Des essais de missile de croisière se sont déroulés aux États-Unis depuis 1976, 140 vols d'essai ayant été effectués en Californie, au Nevada et en Utah au-dessus de divers types de terrain. L'on dénombre plusieurs arrêts de vol prématurés de même que des mesures de récupération subséquentes du ALCM; cependant, la majorité se sont produits au cours des essais et évaluations opérationnels initiaux et étaient le résultat prévu des problèmes à résoudre au début du développement des missiles. Le système décrit au par. 17 a été conçu par les États-Unis pour réduire la probabilité de tout dommage à la propriété et de toute blessure humaine le long du trajet d'essai. Du point de vue sécurité du côté des États-Unis, les essais du ALCM ont été excellents. Grâce à ce système d'essai en vol, aucun dommage à la propriété foncière ni blessure ne se sont produits.

16. Système d'essai en vol du ALCM au Canada Les essais du ALCM au Canada seront tenus avec la même attention qu'aux États-Unis. En vue d'assurer la sécurité tant au sol qu'en vol, les mesures ci-dessous ont été prises:

a. Les itinéraires de vol ont été choisis en fonction du non-survol des zones habitées;

b. les itinéraires de vol se trouvent dans une zone de faible circulation civile;

c. la non-interférence de la circulation aérienne civile est surveillée par une combinaison de méthodes de contrôle de la circulation aérienne et de surveillance radar du missile et de son itinéraire de vol;

d. des systèmes embarqués permettent la télécommande et le télécontrôle de la trajectoire et de l'altitude de vol du missile, de même que l'arrêt sûr du vol à n'importe quel moment; et

e. les avions d'appui de la mission contrôleront les systèmes du missile et permettront la commande et le contrôle "sur place" au cours des vols d'essai.

17. Systèmes de sécurité du AGM-86B Le AGM-86B présente plusieurs caractéristiques en assurant un fonctionnement sécuritaire:

a. Le AGM-86B est équipé de moyens pouvant mettre fin à son vol, et permettant la télécommande et le télécontrôle dans l'éventualité

d'un mauvais fonctionnement du système de navigation. Le système d'arrêt du vol déclenche le déploiement d'un petit parachute qui réduit de beaucoup la vitesse du missile et permet un atterrissage contrôlé, sinon en douceur, réduisant ainsi les effets de l'impact à une surface réduite au sol. Cette caractéristique est actionnée par une commande de l'opérateur ou par l'absence d'un signal "infaillible" transmis par l'ARIA (avion d'instrumentation de portée avancée) qui l'accompagne, dans l'éventualité de la perte du contact radio avec le missile. (Le système d'arrêt de vol fait l'objet d'un exposé complet à l'annexe A.)

b. La caractéristique de télécommande et de télécontrôle permet à l'officier de sécurité préposé au missile (à bord de l'ARIA) de le diriger selon divers trajectoires, caps et altitudes décalés en fonction de la circulation ou d'un endroit de récupération convenable.

c. Un système de récupération en vol est une autre caractéristique qui permet de reprendre la maîtrise du missile dans l'éventualité d'une défaillance imminente.

PROBABILITÉ D'ACCIDENT

18. Avant l'approbation de l'emploi des itinéraires intérieurs américains du ALCM, les corridors d'essais américains, des études approfondies ont été faites pour le compte de la ALCM Combined Test Force. Ces études permettent de conclure que la probabilité de rencontre entre le ALCM et une personne, une maison, une structure ou un véhicule à la suite de l'arrêt prématuré d'un vol était inférieure à un sur un million sur toute la longueur de l'itinéraire. Si l'on se fie à ces données basées sur les itinéraires intérieurs américains du ALCM, qui couvrent des zones de densité moyenne de population en Californie du Sud, la probabilité d'un accident causant des blessures ou des dommages matériels au Canada est encore plus réduite, étant donné la faible densité de population dans le corridor d'essais canadien du ALCM.

CRITÈRES DE SÉCURITÉ DU B-52

19. Avant le décollage, les critères de sécurité en temps de paix normaux ayant trait au matériel requis pour le vol s'appliqueront. Une fois le B-52 en vol, si des défaillances se produisent au cours de la mission, leur effet sur la sécurité du vol sera évalué par l'équipage. Le B-52 avertira dans les plus brefs délais le directeur des essais de toute anomalie ou dégradation du système, et la résolution de ce problème se fera de façon coordonnée par les deux parties. En cas de défaillance du matériel considéré essentiel pour la sécurité de l'avion et du missile, la mission sera annulée.

.../14

SÉCURITÉ AU SOL

20. Certains matériaux et substances embarqués à bord du AGM-86B à titre d'éléments des systèmes de propulsion ou de commande requièrent une manutention particulière:

a. Dispositifs électro-explosifs Des dispositifs électro-explosifs sont employés à bord du AGM-86B pour déployer les surfaces aérodynamiques, faire démarrer le moteur, ouvrir et fermer clapets et vannes de retenue et de transfert de carburant, actionner les systèmes de parachutes d'arrêt de vol et de récupération et actionner la batterie thermique. Les méthodes de manutention et de stockage sécuritaires des dispositifs électro-explosifs en fin de vol et à la récupération sont déjà en vigueur. Selon les paramètres du ministère des Transports, ces dispositifs sont des explosifs de classe "C".

b. Précautions de manutention des carburants JP-9 et JP-10 Présentement, le ALCM emploie les carburants JP-9 et JP-10. Le JP-9 est un hydrocarbure de synthèse à densité élevée. Le JP-10 est un hydrocarbure de synthèse saturé polynucléaire, une entité chimique unique désignée par "tricyclodécane". Des essais d'évaluation de toxicité approfondis du JP-9 et du JP-10 ont été tenus au USAF Aerospace Medical Research Laboratory, à la BFA Wright-Patterson, en Ohio. Les études portant sur la toxicité grave et chronique recommandent des limites d'exposition aux composantes du JP-9, y compris le JP-10. Les études ont démontré la faible toxicité des composantes du JP-9, comme cela a été mentionné à la table ronde des spécialistes en médecine aérospatiale de l'OTAN - AGARD, du 15 au 19 septembre 1980 à Toronto. Le JP-9 et le JP-10 sont très odoriférants et l'odeur forte qui s'en dégage contribue à limiter l'exposition volontaire à ces carburants. Le JP-9 et le JP-10 ne présentent aucun des dangers associés aux properqols.

DEUXIÈME PARTIE - DONNÉES SUR L'ENVIRONNEMENT

INTRODUCTION

1. L'itinéraire du ALCM dans le corridor d'essais canadien le fait survoler quatre régions environnementales importantes distinctes: la région de la mer de Beaufort - delta du Mackenzie à l'extrémité nord du corridor, la vallée du Mackenzie parallèle à l'itinéraire sur la majeure partie de sa longueur, le nord-est de la Colombie-Britannique et la région du nord de l'Alberta - Cold Lake. Ces régions font l'objet d'exposés détaillés dans les paragraphes qui suivent. Il est à noter que les essais seront restreints à janvier, février et mars de chaque année.

LA RÉGION DE LA MER DE BEAUFORT - DELTA DU MACKENZIE

CLIMAT ET TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

2. La région de la mer de Beaufort - delta du Mackenzie a été bien étudiée au cours des dernières années dans le cadre de nombreux programmes de recherches pour le compte de compagnies pétrolières. Dans cette région, qui se trouve dans le cercle arctique, il y a une période d'obscurité en hiver de plus d'un mois et demi et la température moyenne en cette saison est de -30 °C. Le long hiver arctique, qui est caractérisé dans cette région par l'inversion arctique a été décrit comme engendrant un froid "persistant" plutôt qu'"extrême". À cause de l'inversion arctique, du brouillard et des cristaux de glace peuvent se concentrer près de la surface de la terre et ne pas se disperser. Règle générale, ce phénomène se produit la nuit lorsque la surface de la terre irradie de la chaleur dans l'atmosphère et que les températures à la surface s'abaissent.

3. Dans la région de la mer de Beaufort - delta du Mackenzie, les précipitations annuelles sont relativement peu élevées. Cela est dû à la faible fréquence de tempêtes de même qu'à la capacité limitée de l'air froid à retenir l'humidité. La majeure partie des précipitations se produisent au cours de juillet et août. Les précipitations glacées, sous forme de pluie verglaçante, se produisent habituellement à l'automne et, à un moindre degré, au printemps. L'accumulation de neige mensuelle moyenne est d'environ 6 millimètres au cours de l'hiver.

4. La visibilité générale est élevée dans l'air pur de l'Arctique. Au cours de l'hiver, la réflexion de la lumière de la lune sur la neige et la glace, de même que les longs crépuscules, éclaire la nuit polaire.

5. Habituellement, dans la mer de Beaufort, la glace commence à se former sur les côtes autour du mois d'octobre, puis elle gagne sur la mer. Elle atteint une épaisseur approximative de deux mètres en avril.

.../16

6. Le débit du Mackenzie, qui draine environ 18 % de la superficie du territoire canadien, constitue un énorme apport d'eau douce. Son débit annuel moyen, qui est d'environ 10 000 mètres à la seconde, peut atteindre environ 42 000 mètres à la seconde à la crête de fin mai. Le delta du Mackenzie, qui est presque de niveau, n'est que de 10 à 15 mètres au-dessus du niveau de la mer à la hauteur de Fort McPherson. Il comprend de nombreux lacs et rivières. C'est une zone de pergélisol qui peut avoir une épaisseur de 20 à 60 mètres à certains endroits, mais qui est absent sous les lits importants de rivière. La végétation dominante se compose principalement de lichens et de mousses.

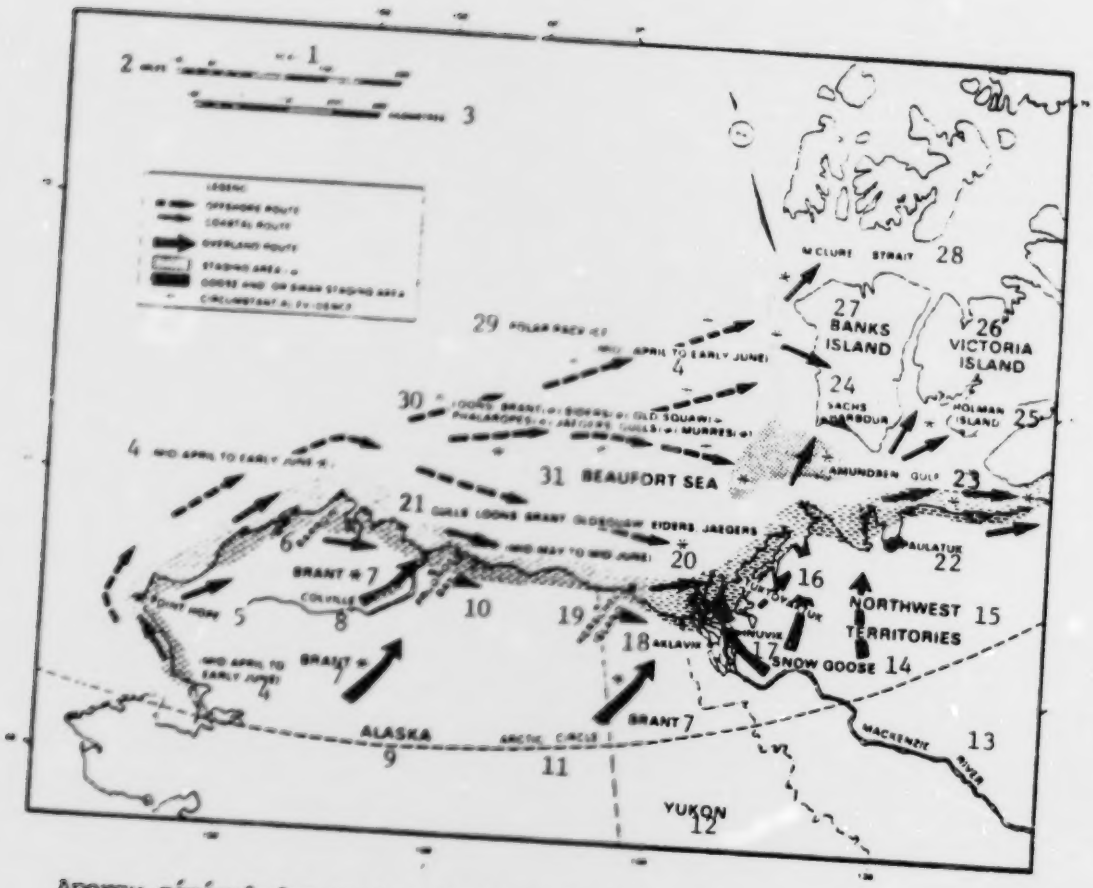
FAUNE

7. Des nombreuses espèces de mammifères marins qui habitent la région, les plus importants sont le phoque barbu, le phoque annelé, l'ours polaire, le renard arctique, la baleine franche et la baleine blanche. La région comprend quelque 43 espèces de poissons et 120 espèces d'oiseaux. Des 120 espèces d'oiseaux, l'on estime que huit de celles qui demeurent dans cette région ont une population faible ou en déclin et deux d'entre elles sont considérées comme étant en voie d'extinction. Il s'agit du courlis eskimau et du faucon pèlerin.

8. Les poissons les plus répandus dans les eaux côtières sont l'omble arctique, le corégone arctique, le chabot de profondeur et la morue arctique.

9. Des nombreuses espèces de mammifères terrestres les plus importants du delta, celles dont dépendent la chasse et le trappage locaux sont le caribou, l'orignal, le grizzli et l'ours noir, le rat musqué, le renard arctique, la martre, le lynx et le mouflon de Dall. Les oiseaux qui vivent dans cette région sont des oiseaux aquatiques comme le cygne, l'oie et le canard, des oiseaux de proie comme l'épervier, l'aigle, le faucon et le hibou, ainsi que les oiseaux de littoral et le passereau. Les routes de migration des oiseaux, qui sont représentées à la figure 2-1, s'inscrivent dans la région du corridor mais n'ont bien qu'entre la mi-avril et la mi-juin. Les routes de migration d'hiver et de printemps du caribou, qui sont représentées, pour leur part, à la figure 2-2, se situent d'une façon générale à l'intérieur du corridor d'essais.

.../17



Aperçu général des routes de migration des oiseaux au printemps à travers la région Chukchi - Beaufort du nord-est.

FIGURE 2-1

1 ÉCHELLE
2 MILLES
3 KILOMETRES
4 (MI-AVRIL À DÉBUT JUIN*)
5 POINT HOPE
6 BARROW
7 BERNACHE*
8 RIVIÈRE COLVILLE
9 ALASKA
10 PRUDHOE BAY
11 CERCLE ARCTIQUE
12 YUKON
13 MACKENZIE
14 OIE DES NEIGES
15 TERRITOIRES DU NORD-OUEST
16 TUKTOYAKTUK
17 INUVIK
18 AKLAVIK
19 ÎLE HERSCHEL
20 (MI-MAI À MI-JUIN)
21 GOÉLANDS, HUARTS, BERNACHE, CANARD KAKAWI, EIDERS, LABBES

.../18

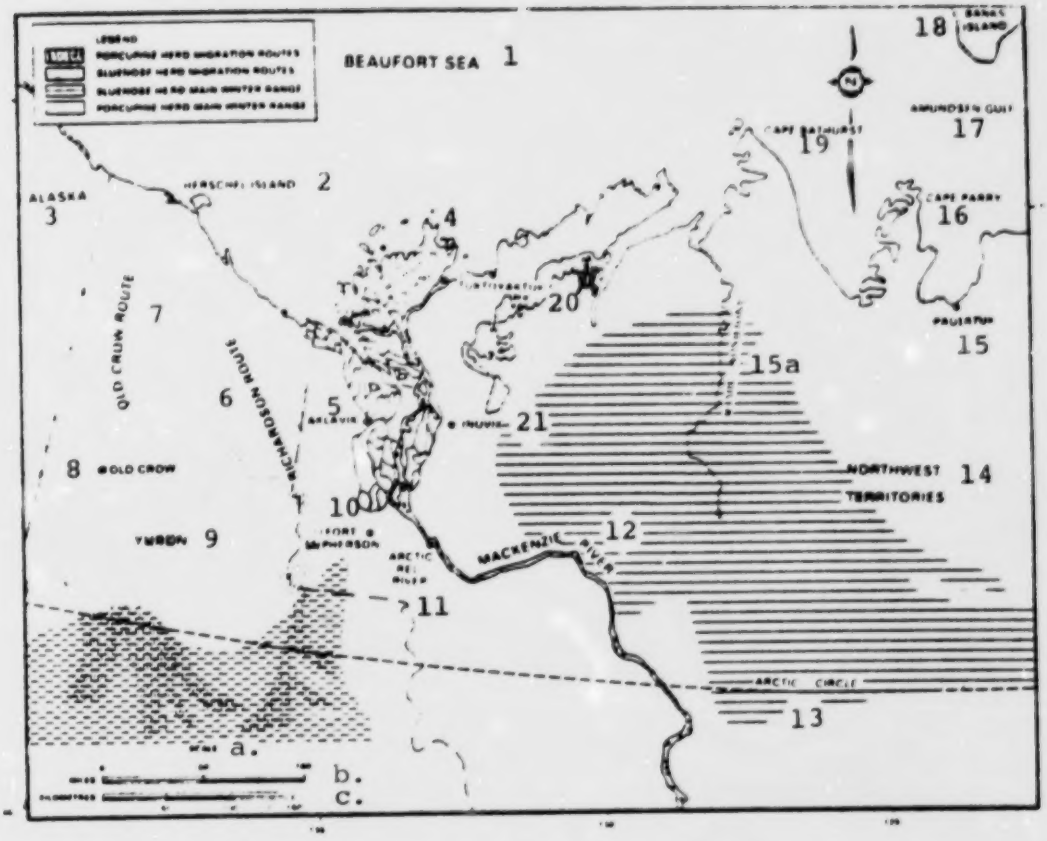
22 PAULATUK
23 GOLFE D'AMUNDSEN
24 SACHS HARBOUR
25 ÎLE DE HOLMAN
26 ÎLE VICTORIA
27 ÎLE DE BANKS
28 DÉTROIT DE McLURE
29 GLACE DE BANQUISE POLAIRE
30 HUARTS, BERNACHE (*), EIDERS (*), CANARD KAKAWI (*), PHALAROPES (*), LABBES, GOELANDS (*), MARMETTES (*)
31 MER DE BEAUFORT

LÉGENDE

ROUTE AU LARGE
ROUTE AU COTIÈRE
ROUTE AU-DESSUS DU TERRITOIRE
ZONE D'ARRÊT (*)
ZONE D'ARRÊT DES OIES ET DES CYGNES
PREUVE CIRCONSTANCIELLE

Tiré de Beaufort Sea Mackenzie Delta Environmental Impact Study, Dome Petroleum Ltd., Esso Resources Canada Ltd., et Gulf Canada Resources Inc.

.../19



Habitat d'hiver et routes de migration au printemps du caribou. La migration du Porcupine et du Bluenose se fait sur une très grande distance de l'habitat d'hiver dans les forêts boréales du Nord à l'habitat d'été dans les régions côtières à toundra.

FIGURE 2-2

1 MER DE BEAUFORT
2 ÎLE DE HERSCHEL
3 ALASKA
4 ÎLE DE RICHARD
5 AKLAVIK
6 ROUTE DE RICHARDSON
7 ROUTE OLD CROW
8 OLD CROW
9 YUKON
10 FORT McPHERSON
11 RED RIVER
12 MACKENZIE
13 CERCLE ARCTIQUE
14 TERRITOIRES DU NORD-OUEST
15 PAULATUK
15A RIVIERE ANDERSON

.../20

16 CAP BARRY
17 GOLFE D'AMUNDSEN
18 ÎLE DE BANKS
19 CAP BATHURST
20 TUKTOYAKTUK
21 INUVIK
a ÉCHELLE
b MILLES
c KILOMÈTRES

LÉGENDE

ROUTES DE MIGRATION DU CARIBOU PORCUPINE
ROUTES DE MIGRATION DU CARIBOU BLUENOSE
PRINCIPAL HABITAT D'HIVER DU CARIBOU BLUENOSE
PRINCIPAL HABITAT D'HIVER DU CARIBOU PORCUPINE

Tiré de Beaufort Sea - Mackenzie Delta Environmental Impact Study, Dome Petroleum Ltd., Esso Resources Canada Ltd. et Gulf Canada Resources Inc.

.../21

ZONES ÉCOLOGIQUES SPÉCIALES

10. Au cours de la planification de l'itinéraire d'essais, l'on a tenu compte de certaines zones de la région reconnues pour des caractéristiques physiques et écologiques uniques:

a. On a accordé un statut spécial aux zones d'intérêt pour Parcs Canada et aux réserves zoologiques.

b. Zones isolées dans le cadre du Programme biologique international (PBI), comme le montre la figure 2-3. Ces zones sont des sites qui présentent une végétation caractéristique de la région, et qui sont désignées par un groupe international de spécialistes de l'environnement.

LES GENS

11. La région du delta compte environ 7 000 habitants; plus de la moitié sont des Inuit, des Dénés et des Métis. Ces autochtones ont un sens de la tradition profondément ancré et dépendent des animaux de la région pour leur subsistance. La chasse, le trappage et la pêche sont essentiels à de nombreuses communautés. D'autres communautés vivent de paiements de transferts gouvernementaux de même que de l'exploration et du développement dans le secteur du pétrole et du gaz.

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES DU ALCM

12. Étant donné que les avions à réaction et les véhicules comme la motoneige sont employés dans la région depuis un bon bout de temps, les essais du ALCM, peu fréquents et proposés pour les mois d'hiver, devraient avoir des répercussions minimes sur la faune.

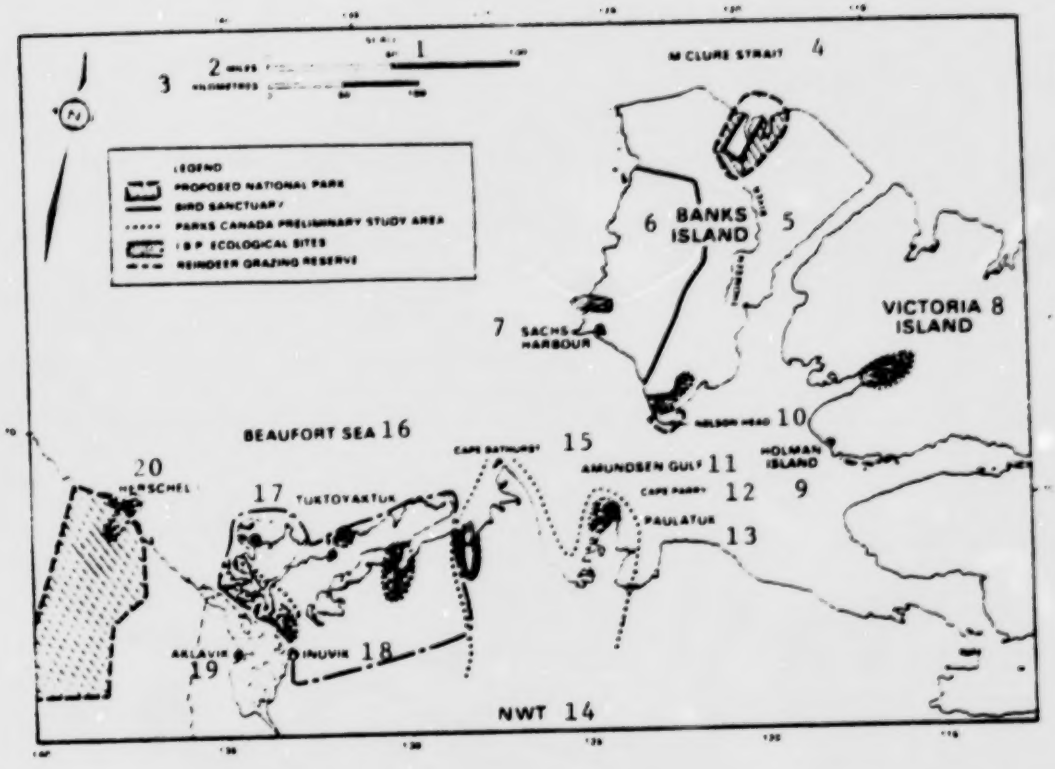
13. Un énoncé sur les répercussions sur l'environnement produit par Dome Petroleum, Esso Resources et Gulf Canada Resources cotait de négligeables à faibles les répercussions environnementales possibles sur les oiseaux de la région de la mer de Beaufort - delta du Mackenzie dues au bruit causé par la circulation aérienne, sur une période de 20 ans. Il s'agissait là d'un projet beaucoup plus imposant que les essais du ALCM et qui s'étendait sur toute l'année civile pour un nombre d'années supérieur à la période d'essais du ALCM actuellement proposée. Il est donc logique d'en conclure que les répercussions environnementales éventuelles sur la région d'essais du ALCM devraient être moindres.

14. Certains ont par ailleurs fait part de leurs préoccupations en ce qui a trait aux effets éventuels des émissions de gaz et de particules produites dans le cadre du projet d'essai du ALCM, et particulièrement en ce qui touche

.../22

la qualité de l'air dans la région. Les émissions (voir la troisième partie) produites dans le cadre de ce projet seront très peu fréquentes et de durée relativement courte. La configuration des vents dans cette région devrait permettre la dispersion de la plupart des émissions et du brouillard glacé pouvant résulter des émissions du ALCM et des aéronefs d'appui.

.../23



Emplacement des zones spéciales dans la région canadienne de la mer de Beaufort.

FIGURE 2-3

1 ÉCHELLE	11 GOLFE D'AMUNDSEN
2 MILLES	12 CAP PARRY
3 KILOMETRES	13 PAULATUK
4 DÉTROIT DE McCLURE	14 T.N.-O.
5 RIVIÈRE THOMSEN	15 CAP BATHURST
6 ILE DE BANKS	16 MER DE BEAUFORT
7 SACHS HARBOUR	17 TUKTOYAKTUK
8 ÎLE VICTORIA	18 INUVIK
9 ÎLE DE HOLMAN	19 AKLAVIK
10 POINTE NELSON	20 ÎLE HERSCHEL

Tiré de Beaufort Sea Mackenzie Delta Environmental Impact Study, Dome Ltd. Petroleum Ltd., Esso Resources Canada et Gulf Canada Resources Inc.

.../24

RÉGION DE LA VALLÉE DU MACKENZIE

CLIMAT ET TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

15. Le corridor de la vallée du Mackenzie s'étend au sud du delta du Mackenzie jusqu'à la frontière entre l'Alberta et les Territoires du Nord-Ouest. Il y fait généralement plus chaud dans le sud qu'au nord. À Inuvik, la température moyenne quotidienne en janvier est de -29,3 °C, par comparaison à -26,1 °C à Fort Simpson. Étant donné la différence de six degrés de latitude entre Inuvik et Fort Simpson, lorsque le soleil vient de se coucher à Inuvik, il reste encore quatre heures de lumière diurne à Fort Simpson.

16. C'est le climat arctique qui prédomine dans la vallée du Mackenzie de décembre à mars: périodes de froid prolongées, blizzards le long de la côte et chutes de neige importantes dans la vallée. La neige peut atteindre 40 po (100 cm) d'épaisseur. La première neige, qui laisse une couche d'au moins un pouce, tombe dès octobre pour demeurer jusqu'à fin mai.

17. Le terrain de la vallée du Mackenzie est généralement plat ou légèrement onduleux, avec quelques pentes abruptes. La partie nord de la vallée fait partie de la zone de pergélisol continu, tandis que dans la partie sud, de Fort Simpson à la frontière de l'Alberta, l'on retrouve du pergélisol discontinu, surtout dans les creux de terrain mal drainé.

18. Pour ce qui est des principaux types de végétation, la vallée du Mackenzie se divise en quatre sections: le Mackenzie inférieur, la transition nord-ouest, le Mackenzie supérieur et la rivière Hay. La section du Mackenzie inférieur, qui inclut la vallée et le delta intérieur au sud de Norman Wells, est la section la moins boisée. On y retrouve l'épinette noire rabougrie, le bouleau d'Alaska, quelques trembles et peupliers baumiers, de même que l'épinette blanche. La section du nord-ouest, qui s'étend le long de la limite est de la vallée du Mackenzie, comprend des marécages, des fondrières et de la pierre avec, également, des buissons clairsemés d'arbres nains, principalement de l'épinette noire. La section du Mackenzie supérieur comprend le fleuve et des forêts de Norman Wells à la frontière de l'Alberta. L'on y retrouve le peuplier beaumier, de l'épinette blanche et du pin gris. Une petite section, dans la région de la rivière Hay, est caractérisée par des forêts d'épinettes noires.

FAUNE

19. Au moins 45 espèces de mammifères vivent dans la vallée du Mackenzie. La figure 2-4 représente les habitats du renne et du caribou. L'orignal passe l'hiver dans les îles de la rivière, ainsi que sur les bords des rivières et des affluents comme le démontre la figure 2-5. Le grizzli et l'ours noir

.../25

habitent également cette région. Un grand nombre d'animaux à fourrure vit dans la vallée, les plus importants d'entre eux étant la martre, le rat musqué, le lynx, le castor, le renard commun, le vison et le renard arctique. Au printemps et en automne, la vallée du Mackenzie constitue une route de migration importante pour les oiseaux. Le Mackenzie est en effet une zone d'arrêts importante pour les espèces qui arrivent tôt comme les oies, et qui traversent cette région pour se rendre dans leur zone de reproduction située plus au nord.

20. Les eaux de la vallée du Mackenzie sont très riches en poisson: environ 38 espèces de poissons connues se retrouvent dans le Mackenzie, y compris l'omble arctique, des ciscos et le corégone.

21. L'on retrouve plus de 170 espèces d'oiseaux dans la vallée du Mackenzie. Quelques-uns, comme le lagopède des saules et le corbeau commun, vivent dans la vallée à l'année longue, alors que la plupart migrent au nord de la vallée au printemps. Les oiseaux aquatiques et les oiseaux de proie sont le principal objet de préoccupation dans le cadre de n'importe quel projet, étant donné leur vulnérabilité lorsqu'ils sont concentrés en vol, certaines espèces faisant l'objet d'une attention particulière en vertu de leur nombre relativement restreint. L'annexe B est une carte des Territoires du Nord-Ouest indiquant les zones de trappage de même que les habitats connus de la faune.

SECTEURS ÉCOLOGIQUES PARTICULIERS

22. Le corridor de la vallée du Mackenzie traverse ou touche six sites proposés dans le cadre du Programme biologique international (PBI):

a. les collines Caribou,

b. les lacs Dolomite et Campbell,

c. le delta intermédiaire du Mackenzie,

d. le delta sud du Mackenzie,
e. le lac et la rivière Brackett, et

f. les collines Ebbutt.

Ces sites sont représentés à la figure 2-6.

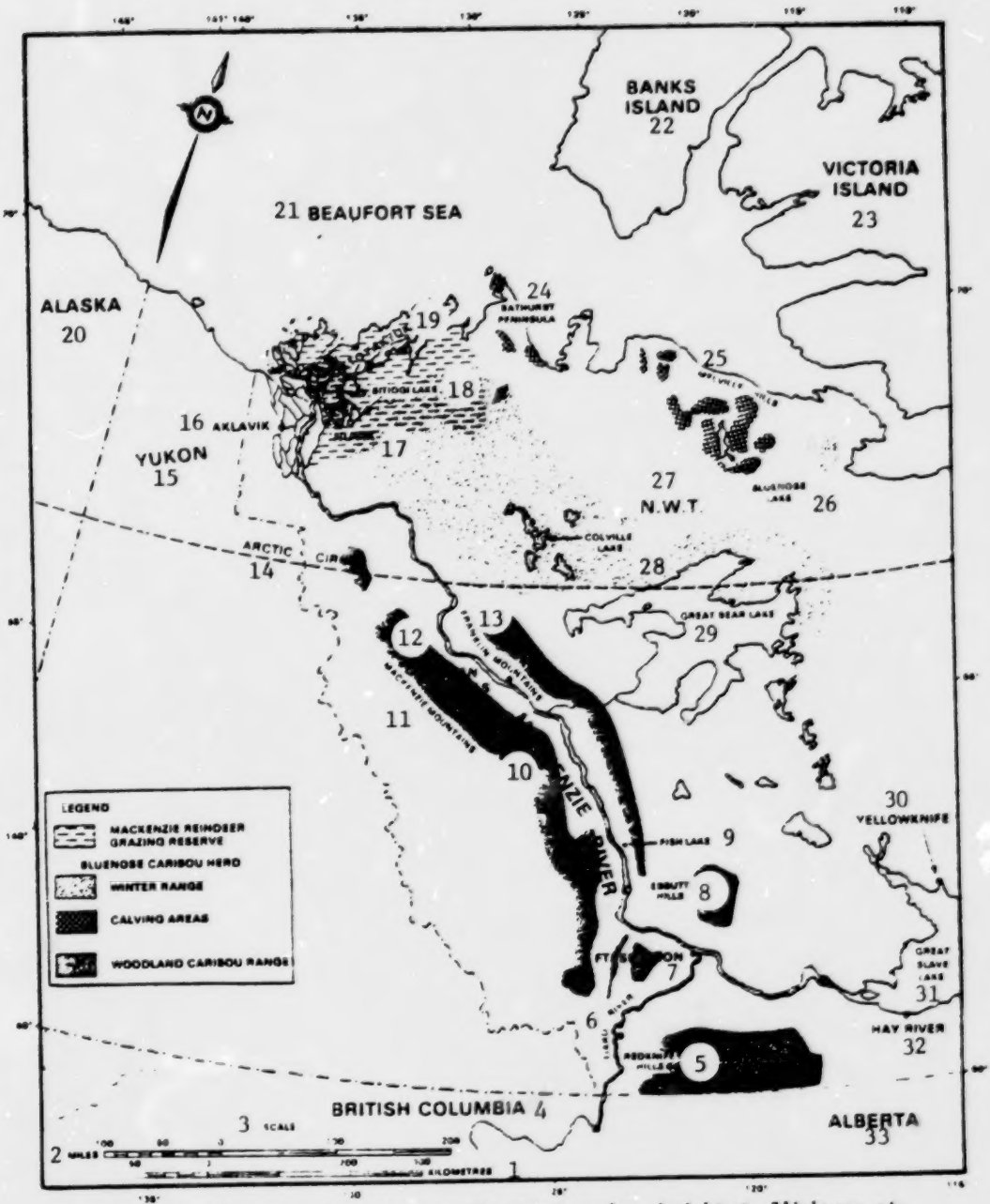
LES GENS

23. Exception faite des colonies du delta du Mackenzie, les communautés se trouvant dans la vallée du Mackenzie et dans la région du Grand Lac de

.../26

l'Esclave comptent une population totale d'environ 24 000 habitants, ce qui équivaut a un peu plus de la moitié de la population totale des Territoires du Nord-Ouest. De ces 24 000 personnes, environ la moitié vivent à Yellowknife. Fort Simpson, avec une population estimée à 1 100 personnes, est la plus grosse colonie du corridor du Mackenzie.

24. La population de Yellowknife et de Hay River est majoritairement non autochtone. Exception faite de ces deux communautés, la majorité des habitants de la région sont des Dénés ou des Métis.



Réserve de pâturage des rennes du Mackenzie, habitat d'hiver et zones de vêlage du caribou Bluenose et habitat du caribou des bois dans le voisinage du corridor de la vallée du Mackenzie.

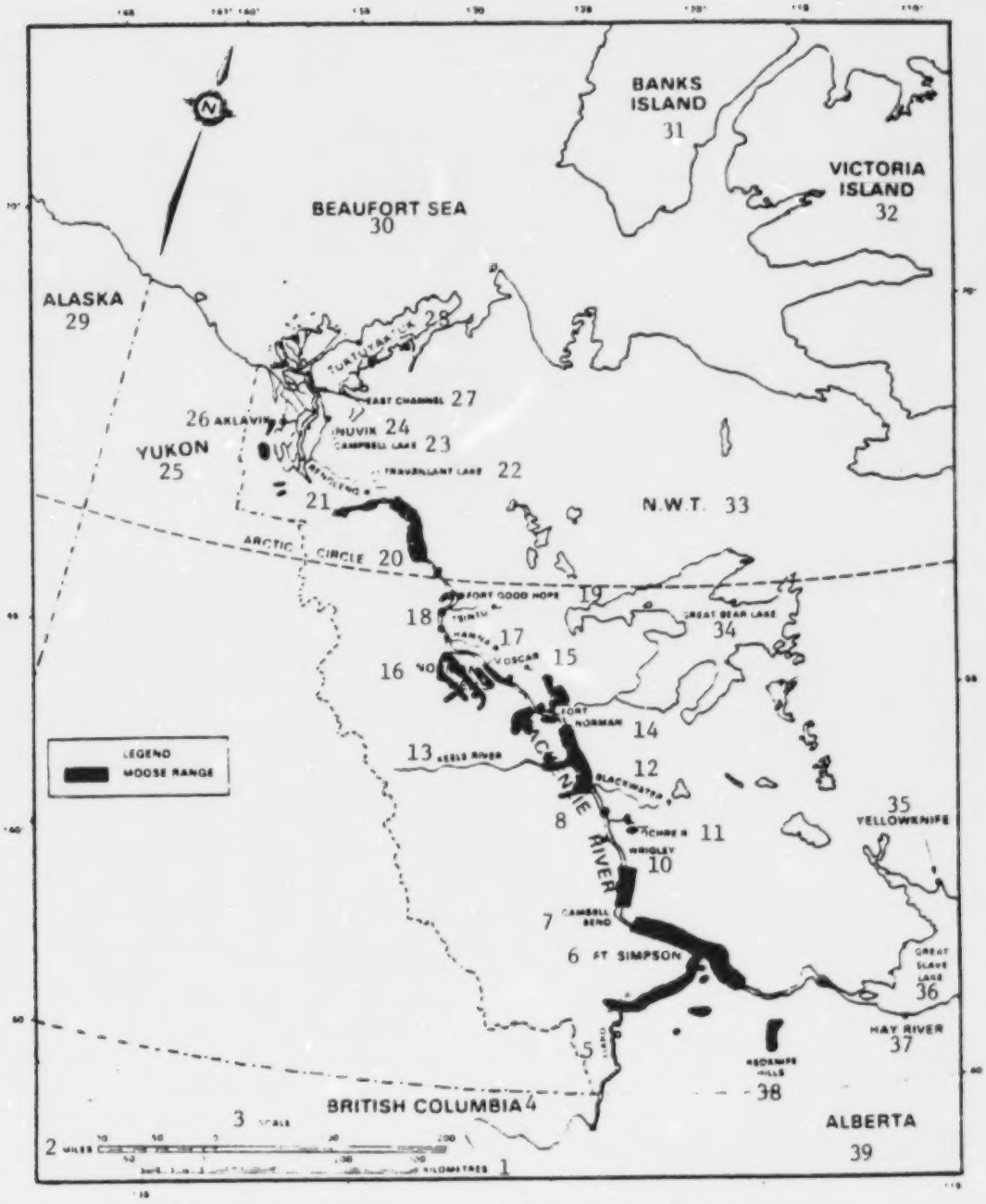
FIGURE 2-4

.../28

1 KILOMÈTRES
3 ÉCHELLE
4 COLOMBIE-BRITANNIQUE
5 COLLINES REDKNIFE
6 RIVIERE HARD
7 FORT SIMPSON
8 COLLINES EBBUTT
9 LAC FISH
10 MACKENZIE
11 MONTS DU MACKENZIE
12 NORMAN WELLS
13 MONTS FRANKLIN
14 CERCLE ARCTIQUE
15 YUKON
16 AKLAVIK
17 INUVIK
18 LAC SITIDGI
19 TUKTOYAKTUK
20 ALASKA
21 MER DE BEAUFORT
22 ÎLE DE BANKS
23 ÎLE VICTORIA
24 PRESQU'ÎLE DE BATHURST
25 COLLINES MELVILLE
26 LAC BLUENOSE
27 T.N.-O.
28 LAC COLVILLE
29 GRAND LAC DE L'OURS
30 YELLOWKNIFE
31 GRAND LAC DE L'ESCLAVE
32 RIVIÈRE HAY
33 ALBERTA

LÉGENDE
RÉSERVE DE PÂTURAGE DES RENNES DU MACKENZIE
CARIBOU BLUENOSE
HABITAT D'HIVER
ZONES DE VÊLAGE
HABITAT DU CARIBOU DES BOIS

.../29



Habitat d'hiver de l'orignal, d'importance élevée et moyenne (classes 1 et 2) près du Mackenzie

FIGURE 2-5

.../30

1 KILOMÈTRES
2 MILLES
3 ÉCHELLE
4 COLOMBIE-BRITANNIQUE
5 RIVIÈRE HARD
6 FORT SIMPSON
7 COUDE DE CAMSELL
8 MACKENZIE
10 WRIGLEY
11 RIVIÈRE OCHRE
12 RIVIÈRE BLACKWATER
13 RIVIÈRE KEELE
14 FORT NORMAN
15 RIVIÈRE OSCAR
16 NORMAN WELLS
17 RIVIÈRE HANNA
18 RIVIÈRE TSINTU
19 FORT GOOD HOPE
20 CERCLE ARCTIQUE
21 RIVIÈRE RENGLENG
22 LAC TRAVAILLANT
23 LAC CAMPBELL
24 INUVIK
25 YUKON
26 AKLAVIK
27 PASSE DE L'EST
28 TUKTOYAKTUK
29 ALASKA
30 MER DE BEAUFORT
31 ÎLE DE BANKS
32 ÎLE VICTORIA
33 T.N.-O.
34 GRAND LAC DE L'OURS
35 YELLOWKNIFE
36 GRAND LAC DE L'ESCLAVE
37 RIVIÈRE HAY
38 COLLINES REDKNIFE
39 ALBERTA

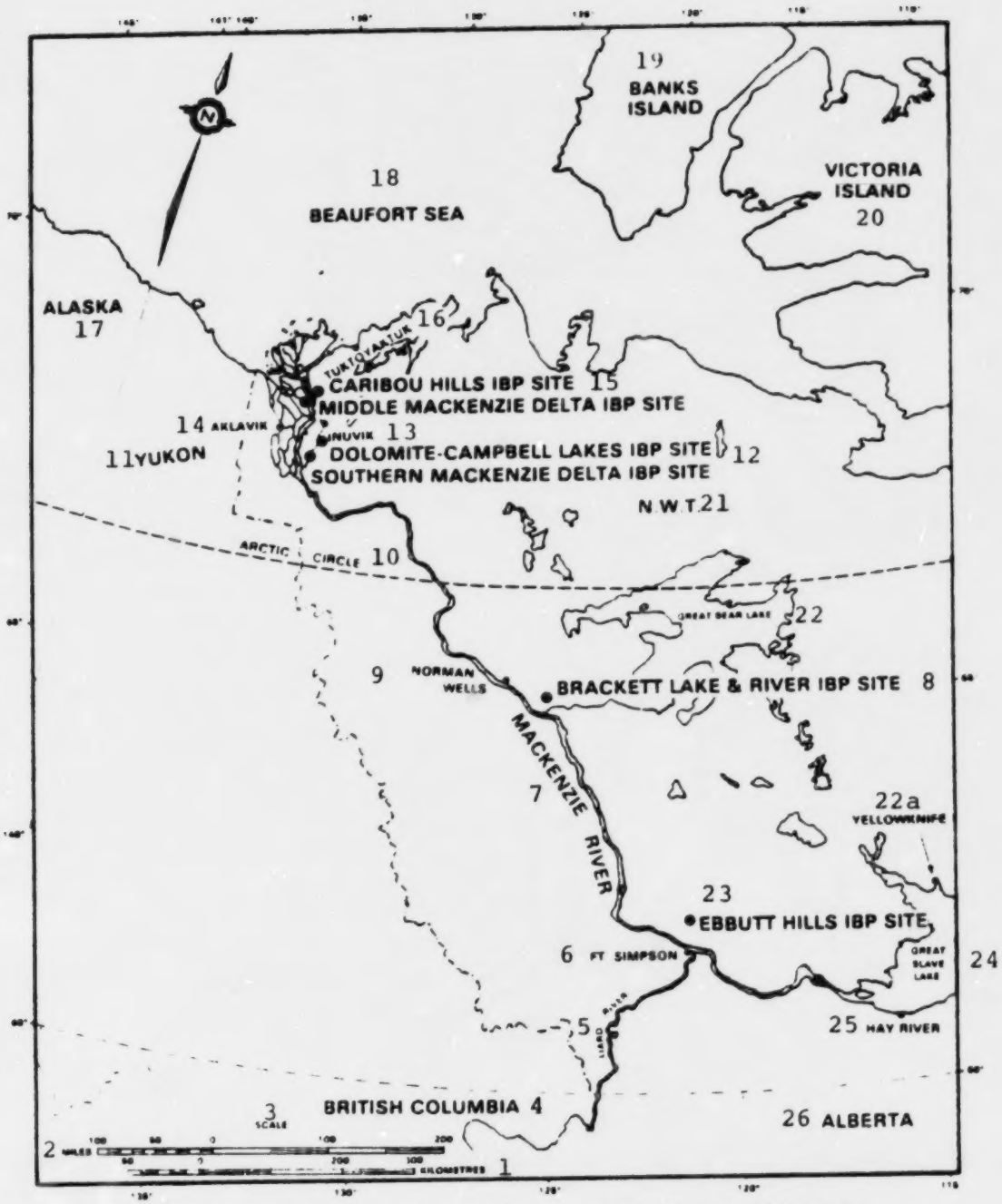
LÉGENDE
HABITAT DE L'ORIGINAL

.../31

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES DU ALCM

25. Comme on a pu le constater dans la première partie du présent rapport, les perturbations imposées à la faune locale par les essais du ALCM seront d'une importance négligeable à cause de la fréquence très peu élevée des essais et parce que les vols seront effectués en hiver. De plus, les émissions dans l'air dues aux essais du ALCM seront également peu fréquentes en plus d'être de très courte durée. L'on ne s'attend donc pas à ce qu'elles constituent un danger pour la qualité de l'air local ni à ce qu'elles ajoutent de façon appréciable aux émissions dues à la circulation aérienne globale dans la région. Par ailleurs, les risques d'incendie résultant de l'écrasement d'un missile ont été évalués comme étant très faibles (voir annexe D, section 3).

NOTA Les figures 2-4 à 2-6 incl. ont été tirées de Beaufort Sea - Mackenzie Delta Environmental Impact Study.



Sites PBI à l'intérieur de la vallée du Mackenzie ou adjacents à ce dernier.

FIGURE 2-6

.../33

1 KILOMÈTRES
2 MILLES
3 ÉCHELLE
4 COLOMBIE-BRITANNIQUE
5 RIVIÈRE HARD
6 FORT SIMPSON
7 MACKENZIE
8 SITE PBI LAC ET RIVIÈRE BRACKET
9 NORMAN WELLS
10 CERCLE ARCTIQUE
11 YUKON
12 SITE PBI LACS DOLOMITE ET CAMPB
SITE PBI SUD DU DELTA DU MACKEN
13 INUVIK
14 AKLAVIK
15 SITE PBI DES COLLINES CARIBOU
SITE PBI DU CENTRE DU DELTA DU MACKENZIE
16 TUKTOYAKTUK
17 ALASKA
18 MER DE BEAUFORT
19 ÎLE DE BANKS
20 ÎLE VICTORIA
21 T.N.-O.
22 GRAND LAC DE L'OURS
22a YELLOWKNIFE
23 SITE PBI DES COLLINES EBBUTT
24 GRAND LAC DE L'ESCLAVE
25 RIVIERE HAY
26 ALBERTA

.../34

NORD-EST DE LA COLOMBIE-BRITANNIQUE

CLIMAT ET TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

26. La région du nord-est de la Colombie-Britannique est une région de topographie changeante, variant d'un territoire montagneux à l'ouest aux marécages et aux collines recouvertes d'arbres de faible taille dans la zone adjacente à la frontière de l'Alberta. La plus importante caractéristique faite de main d'homme dans la région est l'autoroute de l'Alaska et la majorité des centres de population sont situés à proximité de cette dernière. Les montagnes s'élèvent jusqu'à 8 500 pieds alors que le terrain a tendance à devenir assez plat près de la frontière de l'Alberta.

27. Le climat de cette région est du type continental, les températures variant de -40 à -10 °C en hiver et la région étant généralement recouverte de neige jusqu'à une épaisseur de 5 po (12 cm) en hiver. La poudrerie restreint souvent la visibilité au sol, mais a très peu d'effet sur les aéronefs survolant la région.

28. Toute cette région s'inscrit de façon générale dans le bassin de drainage de la rivière de la Paix et est parsemée de nombreux lacs et rivières. L'espèce d'arbre prédominante est le peuplier, l'épinette blanche étant largement répartie sur tout le territoire. L'on retrouve également des buissons d'épinettes rouges, d'épinettes noires et de pins gris. Le reste de la région est recouvert d'arbrisseaux et de broussaille, en prédominance dans les zones de marécages.

FAUNE

29. Une faune variée vit dans la région, l'orignal en étant le représentant le plus important. On y retrouve également des cerfs et des caribous en moins grand nombre et largement répartis. Au nombre des animaux à fourrure, mentionnons les ours noir et brun, la martre, le pékan, la belette, le rat musqué, le renard roux, la loutre et le vison.

30. De nombreuses espèces d'oiseaux habitent également la région, y compris l'oie du Canada, la grue canadienne, de même que diverses espèces de canards et de courlis. Pour leur part, les rivières et les lacs regorgent de poissons variés, particulièrement de truites et de corégones. En général, cette région ressemble beaucoup, par de nombreux aspects, à la région de la vallée du Mackenzie. Là encore, les populations locales de la faune ne devraient pas être perturbées de façon appréciable car le ALCM doit survoler ce segment de son itinéraire à une altitude relativement élevée étant donné la nature du terrain.

.../35

LES GENS

31. La région du nord-est de la Colombie-Britannique est plus densément peuplée que les deux régions précédentes. La majeure partie de la population est concentrée dans trois centres importants sur l'autoroute de l'Alaska, c'est-à-dire à Dawson Creek, Fort St. John et Fort Nelson. De nombreuses petites communautés sont réparties entre ces centres, mais leur population est réduite. Les centres mentionnés ont comme vocation première de fournir des services de soutien à la circulation sur l'autoroute de l'Alaska.

32. Comme dans la région de la vallée du Mackenzie, il se fait du trappage dans cette région. Par ailleurs, c'est l'industrie du bois qui est le plus important employeur de la région, même si les secteurs des mines et de l'agriculture y sont également actifs.

33. C'est l'agriculture qui est l'industrie la plus importante de la région, l'industrie du bois se plaçant au deuxième rang et le trappage et la chasse étant d'une importance décroissante dans la région.

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES DU ALCM

34. Le bruit et les émissions produits dans le cadre des essais du ALCM ne devraient avoir aucune répercussion appréciable sur la faune ou l'homme dans la région. De fait, le bruit et les émissions provenant des avions de soutien ne seront pas plus élevés que ceux produits par la circulation aérienne générale et commerciale dans la région.

RÉGION NORD DE L'ALBERTA - COLD LAKE

CLIMAT ET TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

35. Le climat du nord de l'Alberta est du type continental, caractérisé par des étés chauds et des hivers froids. En hiver, les vents de l'est descendent vers le sud, ce qui engendre de fréquentes inversions d'air arctique froid. La fuite de l'air froid des hautes terres vers les terrains moins élevés au cours des périodes froides peut causer des variations de température minimale aussi élevées que 5 °C pour une distance verticale de 15 mètres. À une température inférieure à -32 °C, le brouillard glacé peut être important. Aux températures inférieures à -40 °C, le brouillard glacé persistera fréquemment jusqu'au milieu de l'avant-midi, particulièrement dans les secteurs peu élevés.

36. Le terrain de la zone de Cold Lake s'étend de la frontière Alberta - Saskatchewan jusqu'à l'intérieur du bassin du fleuve Churchill. À cet endroit, le système Cold Lake et celui de la rivière Beaver constituent les

.../36

principales composantes du bassin du fleuve Churchill. Les principales composantes du système de Cold Lake sont le lac Primrose, qui se draine par le sud dans le lac Cold par la rivière Martineau, et le lac Cold qui est drainé à l'est par la rivière Cold.

37. La température annuelle moyenne dans le nord de l'Alberta est de 1,2 °C, la précipitation moyenne y étant d'environ 496 millimètres, dont 30 pour cent sont constitués de neige. Les principaux polluants produits par l'homme dans la région sont l'anhydride sulfureux et l'hydrogène sulfuré émis par les cheminées de chaudière, de même que la vapeur mise à l'air libre. Au nombre des polluants secondaires, il y a l'oxyde d'azote, l'oxyde de carbone et les particules.

38. La topographie du nord de l'Alberta varie d'ondulations douces à des ondulations moyennes. Situé à l'intérieur de la zone verte de l'Alberta, ce territoire est géré en fonction de son potentiel pour l'industrie forestière. Les espèces d'arbres caractéristiques des hautes terres de cette région sont le tremble, le bouleau blanc et l'épinette blanche. Les zones plus sèches sont souvent occupées par le pin gris tandis les dénivellements moins élevés et les sols organiques sont dominés par l'épinette noire et l'épinette rouge.

39. Il y a une industrie agricole bien établie dans le nord de l'Alberta. Les principales cultures se composent de fourrages vivaces, d'orge, d'avoine, de blé et de colza. Les centres les plus populeux sont Grande Prairie, Lac La Biche et Cold Lake.

FAUNE

40. Le nord de l'Alberta est habité par environ 50 espèces de mammifères dont les principaux sont les ongulés, les carnivores et les rongeurs. Il y a également une espèce de lagomorphe, le lièvre américain. Des ongulés qui habitent la région, l'on retrouve partout le cerf de Virginie et l'orignal, le cerf à queue noire, le wapiti et le caribou des bois s'y trouvant en petits nombres.

41. Des carnivores de cette région, ceux qui font l'objet du trappage en vue de leur fourrure, sont le vison, le loup, le coyotte, le renard roux, le raton laveur, la loutre de rivière, la martre, le pékan et le lynx. La région de Cold Lake est également un habitat important pour l'ours noir. Le castor, le rat musqué et l'écureuil roux sont les rongeurs à fourrure importants de la région.

42. Les six plus importants groupes d'oiseaux de la région sont le huard et le grèbe, le pélican, le cormoran et le héron, les oiseaux aquatiques, les oiseaux de proie, de même que les oiseaux de gibier et les grues des hautes

terres. Une migration importante des oiseaux à travers la région se produit fin avril et début mai, ainsi que fin septembre et début octobre. Cependant, aucune des zones d'arrêt n'est située à proximité du corridor d'essais canadien.

CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

43. Une étude d'évaluation archéologique récente de la région indique que des campements et des artefacts isolés, des cabanes et d'autres vestiges de structures datant de 1900 à l'après-guerre sont situés dans cette région. Il avait été prévu que les sites préhistoriques seraient concentrés le long de la grève des nombreux petits lacs de cette région.

LES GENS

44. Il y a des réserves indiennes par traité et des colonies de Métis dans la région. Tant dans les réserves que dans les colonies, l'on pratique l'agriculture, l'élevage, de même que la chasse et le trappage. Cependant, une proportion élevée de la population autochtone dépend de l'aide sociale du gouvernement fédéral.

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES DU ALCM

45. Il est possible que le bruit du ALCM modifie le comportement de la faune dans la région et que les animaux évitent ainsi la région pour un certain temps. Pour ce qui est du bruit et des émissions des aéronefs d'appui, ni l'un ni l'autre ne devraient causer de problèmes appréciables car il y a déjà des vols commerciaux, des vols d'aviation générale et des vols militaires qui s'effectuent quotidiennement dans la région du nord de l'Alberta - Cold Lake.

.../38

TROISIÈME PARTIE - ÉVALUATION DES RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES

DONNÉES DE BASE

1. Une évaluation environnementale initiale s'impose en vue de la détermination des effets possibles sur l'environnement des essais proposés du ALCM en territoire canadien. Aux fins de cette étude et à partir des données reçues des États-Unis sur la performance et la fiabilité du missile, la zone envisagée pour l'évaluation environnementale doit être de 25 milles marins (40 km) de chaque côté de l'itinéraire proposé du ALCM; cette zone est appelée corridor environnemental. En dépit de la densité inférieure de population et de l'éloignement d'une grande proportion de l'itinéraire par comparaison aux essais tenus aux États-Unis, l'on a conservé la même distance que dans l'évaluation environnementale supplémentaire du rapport Candidate Environmental Impact Statement sur le ALCM de façon que des comparaisons valables puissent être faites entre le contexte canadien et le contexte américain.

2. Les répercussions sur l'environnement se divisent en cinq catégories générales:

a. émissions du missile de croisière et des aéronefs d'appui;

b. production de bruit par le ALCM et les aéronefs d'appui, perçu au niveau du sol;

c. risques de collision entre le ALCM en vol normal et des aéronefs à basse altitude;

d. risques encourus par la population et autres considérations environnementales en fonction de chutes de débris ou d'un incendie dus à un missile défectueux; et

e. répercussions socio-économiques sur la BFC Cold Lake et ses environs.

ÉMISSIONS

3. Bien entendu, le ALCM, au cours de ses vols d'essai, émettra des gaz et et des particules dans l'atmosphère, ce qui est inévitable. L'émission la plus élevée se produit de façon peu fréquente, c'est-à-dire seulement lorsque le missile grimpe à pleine puissance de 200 pieds AGL à partir de sa plus basse vitesse. La figure 3-1 représente l'aspect géométrique employé au calcul des risques de pollution par le bruit et de l'air par les émissions, alors que le tableau 3-2 présente une comparaison des crêtes de concentration des plus importants polluants d'échappement, en fonction des normes canadiennes sur les émissions et des normes de la Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis.

.../39

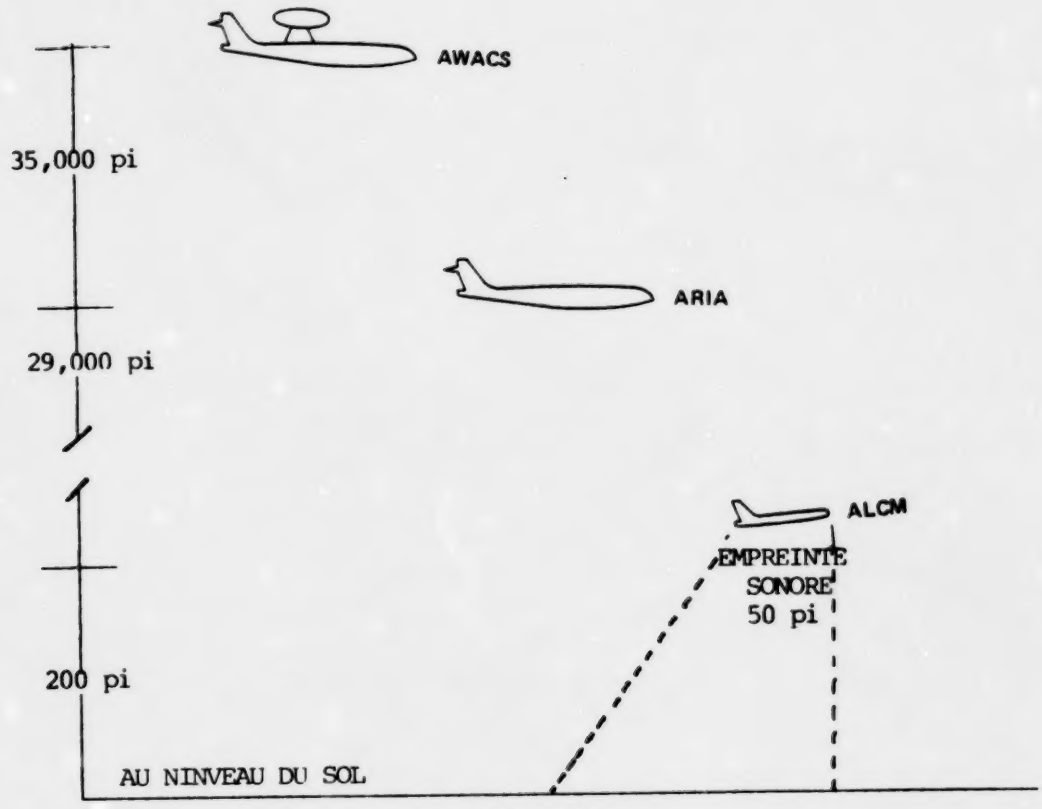


FIGURE 3-1

ASPECT GÉOMÉTRIQUE DES CALCULS SUR LES RISQUES ENGENDRÉS PAR LA POLLUTION PAR LE BRUIT ET DE L'AIR

.../40

POLLUANT	AGM-86B CONCENTRATION CRÊTE AU NIVEAU DU SOL (gm/m^3)*	NORMES CANADIENNES (gm/m^3)	NORMES EPA (gm/m^3)
Oxyde d'azote[1]	,8	-	100
Oxyde de soufre[1]	5×10^{-4}	60	80
Oxyde de carbone[2]	Négligeable	15 000	10 000
Hydrocarbures[3]	Négligeable	160	160
Hydrogène sulfuré[4]	5×10^{-4}	-	-
Particules[5]	6,2	70	75

*Tiré du rapport technique Candidate Environment Impact Statement sur les essais du ALCM, 79-1318-2

FONDEMENT DES NORMES

1. Moyenne arithmétique annuelle
2. Maximum annuel pour une moyenne quelconque de 8 heures/
3. Maximum annuel pour une moyenne de 3 heures
4. Maximum pour 1 heure
5. Moyenne géométrique annuelle

TABLEAU 3-2

ÉMISSIONS DU ALCM ET NORMES PERTINENTES

.../41

4. Le moteur Williams Research F107-WR du ALCM est un moteur hautement efficace qui produira des quantités minimales de polluants. Dans le même ordre d'idées, l'ARIA et l'AWACS voleront à une altitude tellement élevée que leurs émissions seront dispersées sur un très grand secteur. D'ailleurs, les émissions de ces deux avions ne seront pas supérieures à celles qui sont produites par la circulation des avions commerciaux et autres qui survolent régulièrement le Nord du Canada. Dans le cas du ALCM, les concentrations crêtes de polluants n'auront pas de répercussions environnementales appréciables car, en plus d'être de courte durée, elles ne seront produites que sur une très petite portion du trajet, sans compter qu'elles sont inférieures aux normes établies par Environnement Canada.

BRUIT

5. Tous les essais proposés en sol canadien seront tenus à une vitesse subsonique et, par conséquent, ne créeront pas de bang sonique. Cependant, les essais produiront du bruit qui pourra être entendu par les humains et les animaux se trouvant directement sous la trajectoire de vol du missile. La figure 3-1 représente la configuration géométrique du niveau de bruit le plus élevé prévu au cours des vols. Cette situation du "pire", c'est-à-dire le ALCM à 200 pi AGL (60 m), sert de base aux calculs. Néanmoins, il ne faut pas oublier que le ALCM ne volera pas à cette altitude pour la majeure partie de son itinéraire, pour des raisons géographiques et de sécurité. Bien entendu, l'intensité sonore baisse proportionnellement à l'altitude du ALCM.

6. Les essais du ALCM aux États-Unis ont démontré que la crête d'intensité sonore du missile à 200 pi AGL n'est perçue que dans une petite "empreinte" de 50 pieds derrière le missile et que le son se disperse rapidement. Le tableau 3-3 montre une comparaison des intensités sonores du ALCM avec celles d'autres sources connues. Ainsi, l'intensité sonore du ALCM est à peine plus élevée que celle d'un Cessna 185; néanmoins, cette intensité sonore du missile est d'une durée beaucoup plus courte étant donné la vitesse différente des deux véhicules (280 km/h par comparaison à 860 km/h pour le ALCM). L'intensité associée au survol ou au survol rapproché par le ALCM nécessite l'établissement d'une zone autour des centres de population que le ALCM ne devrait pas pénétrer, et cela est entré en ligne de compte lors du choix de l'itinéraire de vol du missile.

.../42

COLONNE 1	COLONNE 2	COLONNE 3
INTENSITÉ SONORE	CARACTÉRISTIQUES	NIVEAU SONORE EN FONCTION DE L'ÉLOIGNEMENT DE LA SOURCE
122,0	Seuil de la douleur à l'oreille	-
108,9	Intensité sonore directement sous le ALCM à 200 pi AGL	0,0
103,0	Intensité sonore directement sous un Cessna 185 à 200 pi AGL	0,0
90,0	Intensité sonore maximale permettant la communication face à face à voix élevée (à peu près l'intensité à 21 pieds d'une rame de métro)	0,25 mi mar. (465 m)
82,0	Intensité sonore directement sous un hélicoptère léger FH1100 à 200 pi AGL	0,0
80	Intensité sonore maximale permettant la communication face à face à voix normale (à peu près l'intensité à l'intérieur d'une voiture sport roulant à 90 km/h)	0,37 mi mar. (645 m)
30	Intensité sonore dans une ville de banlieue tranquille	8,0 mi mar. (15 km)
4,4	Intensité sonore directement sous le ALCM à 1 000 pi AGL	-

NOTA

Les distances indiquées dans la colonne 3 sont les distances à laquelle on peut s'attendre aux intensités sonores indiquées (colonne 1), mesurées à l'horizontale directement en dessous de la source émettrice.

TABLEAU 3-3

COMPARAISON DES INTENSITÉS SONORES

.../43

7. Dans les environs immédiats de la trajectoire du ALCM, certaines répercussions sur la faune seront inévitables, même si aucune prédiction ne peut être faite en ce qui a trait au type de réaction des animaux. Aucune étude canadienne connue n'existe sur la réaction des animaux dans leur habitat au bruit produit par les avions à réaction. Les études entreprises à ce sujet au Canada par des biologistes et des groupes environnementaux étaient plutôt basées sur les réactions des animaux au bruit produit par un avion et un hélicoptère volant bas et à pleine puissance. Dans la plupart des cas, l'on dut employer des techniques de harcèlement intentionnel en vue de susciter des réactions permettant la collecte de données. Les études ont ainsi permis de conclure que les animaux ne réagissaient pas seulement au bruit, mais aussi à la vue de l'objet qui produisait le bruit. Dans le cadre d'une évaluation environnementale initiale - Formation au pilotage à basse altitude - , Goose Bay, Labrador, mars 1981, la réaction des animaux face au bruit a fait l'objet d'une étude approfondie. Les conclusions tirées de cette étude de même que des observations de pilotes survolant le polygone de tir aérien de Cold Lake indiquent qu'un avion à réaction à haute vitesse et à basse altitude ne ferait, dans la plupart des cas, qu'alarmer les animaux, avec très peu d'autres effets. Ces conclusions sont fondées sur des stimuli visuels et auditifs avertissant les animaux de l'approche d'un objet produisant le bruit, de même que sur une très courte durée du son dans le voisinage des animaux. Le missile, qui se déplace à 550 noeuds (800 km/h) et parcourt donc environ 920 pi à la seconde, est très difficile à percevoir, même pour l'observateur averti, étant donné ses faibles dimensions. Vu sa très petite "empreinte" sonore, le ALCM ne serait donc entendu que pendant une période inférieure à une seconde à compter du début de la perception jusqu'à ce qu'il soit hors de portée auditive, sans compter qu'il ne serait probablement pas vu.

8. Il est possible que les oiseaux de proie soient sensibles au bruit des avions à réaction, mais les études à ce sujet ne sont pas unanimes. Dans une étude tenue par le U.S. Fish and Wildlife Service (Responses of Raptorial Birds to Low Level Military Jets and Sonic Booms, David H. Ellis, septembre 1980), les oiseaux de proie furent soumis à un programme intensif d'exposition à des avions à réaction volant à haute vitesse, et à des simulateurs de son. Les études, qui ont duré un an, ont donc couvert toutes les saisons de l'année. Elles permettent de conclure qu'il n'y eut aucune mort ni abandon pour ce qui est des nids, et qu'en aucun cas, la réaction des oiseaux fut aussi grave que lorsqu'une aire est visitée par une équipe de biologistes. De plus, les répercussions devraient être encore plus réduites étant donné que le cycle de reproduction des oiseaux de proie ne se produit pas au cours des mois d'hiver.

9. Il ne faut pas oublier que les quatre à six essais du ALCM par année ne contribueront pas à augmenter de façon considérable la densité de la circulation aérienne à basse altitude existante dans la zone en question. En effet, celle-ci est soumise à une variété de vols à basse altitude reliés à

.../44

des biologistes, des groupes environnementaux, des compagnies d'exploration et divers autres organismes dans le cadre de leurs opérations quotidiennes. Règle générale, le bruit produit par le ALCM sera plutôt de nature aléatoire et n'ajoutera pas de façon significative au bruit produit par la circulation aérienne commerciale et générale dans la région.

10. L'annexe C présente des résumés d'observations de biologistes et de commentaires, de même que des citations tirées de l'étude de Goose Bay précédemment mentionnée.

RISQUE DE COLLISION AÉRIENNE

11. Le plus grave danger dans le corridor découle du fait que la majeure partie des essais du ALCM seront tenus à basse altitude. Le trafic aérien exposé à ce danger éventuel se compose des vols commerciaux réguliers, des vols d'ordre général et des vols militaires. C'est l'aviation générale qui fait l'objet de la plus haute préoccupation, car la circulation aérienne commerciale régulière s'effectue normalement à de très hautes altitudes par rapport au corridor d'essai tandis que la circulation militaire peut facilement être coordonnée de façon à éviter les conflits dans le corridor.

12. Un avertissement portant sur les essais au Canada serait diffusé dans les NOTAM publiés par Transports Canada. Trente jours avant la date de l'essai, les pilotes de l'aviation générale seraient ainsi mis au courant des heures d'interdiction d'accès à l'espace aérien réservé en fonction de tout essai prévu, puis une fois encore au moins 48 heures à l'avance, ce qui leur donnerait suffisamment de temps pour prendre les mesures requises pour minimiser les risques de collision en vol en changeant leur itinéraire de vol ou tout simplement le moment du décollage.

13. La probabilité de collision calculée par les États-Unis pour leur itinéraire d'essai était de l'ordre de $1,5 \times 10^{-5}$. Cette valeur, tirée de l'évaluation environnementale supplémentaire du Candidate Environmental Impact Statement dans le cadre des essais de mise au point du ALCM, est basée sur l'hypothèse selon laquelle il y avait une circulation aérienne normale au moment des essais, que ni les pilotes d'aviation générale ni le contrôleur de la mission du ALCM ne durent prendre des mesures d'évitement et que l'itinéraire fut parcouru une fois dans chaque sens pour doubler l'incidence de la circulation aérienne. Cette valeur est également basée sur dix vols d'essai par année devant être tenus dans une région à circulation aérienne générale à densité relativement élevée. La circulation aérienne générale dans le corridor d'essais canadien est considérablement moins importante que dans le contexte américain; notre analyse, basée sur des valeurs de circulation aérienne obtenues de Statistiques Canada, établit la probabilité maximale d'une collision à $4,6 \times 10^{-6}$ par essai. Cependant, cette valeur pourrait être moindre dans la pratique si l'on tient compte de la période d'essai (milieu de

.../45

l'hiver) et de la durée de chaque vol d'essai. La majeure partie du corridor d'essais canadien et tout l'itinéraire de vol proposé se trouvent dans une région d'espace aérien non contrôlé, c'est-à-dire qu'il n'y a là aucun moyen de contrôler la circulation aérienne. Par conséquent, pour réduire encore plus la probabilité d'une collision en vol, l'AWACS a été intégré, au système d'essais en vol à titre d'élément essentiel, dans le but d'obtenir un contrôle de cet espace aérien et d'aider l'ARIA à contrôler de façon sûre le ALCM.

14. Les risques de collision aérienne dans le corridor d'essais canadien et la méthode employée pour les déterminer sont exposés dans la section 4 de l'annexe D.

DANGERS RÉSULTANT D'UNE DÉFAILLANCE DU ALCM

15. Il y a deux catégories distinctes de dangers découlant d'une défaillance du missile: impact des débris et incendie à la suite d'un impact. Même si le ALCM est très fiable et même si de nombreux mécanismes sont à la disposition de l'équipe d'essai pour contrôler le vol du missile et la fin de ce dernier, il demeure une infime possibilité de défaillance du ALCM et d'un impact au sol non contrôlé. Tout débris résultant d'un impact du missile sera récupéré par les organismes responsables.

16. L'analyse de probabilité des dangers faite pour les itinéraires d'essais américains du ALCM, incluse dans l'évaluation environnementale supplémentaire du Candidate Environmental Impact Statement dans le cadre des essais de mise au point du ALCM, 1979, laissait prévoir une probabilité totale d'impact causant des dommages matériels à moins de 7×10^{-4}. Cette valeur est basée sur une région d'une population totale de 655 000 habitants, 6 400 d'entre eux vivant dans des centres exposés plus directement aux essais du ALCM. En outre, les calculs étaient basés sur dix vols au total. Les calculs s'appliquant au contexte canadien sont basés sur chaque vol d'essai. La probabilité de blessures ou de pertes de vie en fonction de ces mêmes facteurs était de $9,5 \times 10^{-4}$. Cette dernière valeur établit donc le facteur de risque à environ un cent millième du taux courant de blessures ou de pertes de vie établi par le National Safety Council (États-Unis, 1978) pour les accidents impliquant des habitations ou des véhicules. (Voir l'appendice 1 de l'annexe D).

17. La population totale et la densité de la population dans le corridor d'essais canadien est considérablement moindre que les valeurs correspondantes pour les essais américains. L'annexe E présente une répartition de la population par communautés dans le corridor environnemental du corridor d'essais canadien. La probabilité d'un impact dans le cadre des essais canadiens est évaluée de $4,6 \times 10^{-3}$ à $9,1 \times 10^{-3}$, selon le segment de l'itinéraire, alors que la probabilité d'un impact entraînant des dommages varie de $8,9 \times 10^{-7}$ pour les Territoires du Nord-Ouest et de $6,7 \times 10^{-6}$ pour

.../46

la Colombie-Britannique à $1,1 \times 10^{-5}$ pour l'Alberta. La section 2 de l'annexe D expose la méthode employée pour déterminer les dangers d'impact et de blessures ou de perte de vie. Toutes ces valeurs sont faibles, ce qui permet de considérer comme étant minime le risque d'une défaillance en vol du missile et d'un écrasement causant des dommages matériels, des blessures ou des pertes de vie.

18. La seconde catégorie de danger associé à une défaillance du ALCM est l'incendie à la suite d'un impact. La probabilité d'un impact du missile à proximité d'une matière combustible a été établie à 5×10^{-5} pour les T.N.-O., 1×10^{-4} pour C.-B. et 3×10^{-4} pour l'Alberta. La section 3 de l'annexe D expose la méthode et les calculs employés. L'appendice 1 de l'annexe D est une liste des blessures ou pertes de vie causées par des accidents courants. Ce risque a cependant été réduit par le fait que la conduite des essais a été limitée aux trois premiers mois de l'année, c'est-à-dire lorsque la neige recouvre la végétation.

RÉPERCUSSIONS SOCIALES

19. Les répercussions socio-économiques sur la BFC Cold Lake et ses environs devraient être limitées. Le soutien additionnel requis pour la tenue réussie des essais du ALCM requiert l'apport de 21 personnes des États-Unis en affectation temporaire. Ces personnes se trouveraient en poste environ une semaine avant la date des essais et demeureraient jusqu'à ce que les essais en vol soient terminés et que le missile soit préparé en vue de son transport aux États-Unis. L'apport de personnel de la USAF ne devrait pas engendrer de contraintes ni de contributions appréciables par rapport aux installations de la région de Cold Lake.

20. Toute construction de faible envergure pouvant être requise à la BFC Cold Lake n'aura pas de répercussion considérable sur l'économie régionale.

QUATRIÈME PARTIE - EN CONCLUSION

RÉPERCUSSIONS ENVIRONNEMENTALES ET LEUR ATTÉNUATION

1. Les répercussions environnementales et leur atténuation sont les suivantes:

a. Émissions - Les émissions de gaz et de particules du ALCM sont une conséquence inévitable des essais. Cependant, la quantité de polluants émis est de loin inférieure aux normes canadiennes établies. En outre, le faible nombre proposé d'essais pour chaque année et l'intervalle entre ces derniers empêchera toute augmentation appréciable de la quantité des émissions actuelles produites par la circulation aérienne générale dans la région. Les émissions des avions de soutien (AWACS et ARIA) n'auront aucune répercussion environnementale car elles seront dispersées dans l'atmosphère à cause de leur haute altitude.

b. Bruit - Le bruit produit par le ALCM peut avoir certains effets sur la faune dans les environs immédiats de la trajectoire de vol du missile; cependant, l'importance de ces effets est purement spéculative. Le niveau de bruit produit par le ALCM est à peine supérieur à celui qui est produit par un avion ordinaire (Cessna 185), mais il sera produit sur une plus courte période et de façon plus aléatoire et espacée. De même, le ALCM est beaucoup plus petit qu'un avion ordinaire. La combinaison de ces deux facteurs annule les stimulis auditifs et visuels normalement associés à la circulation aérienne en général, ce qui devrait empêcher de nuire à la faune. L'itinéraire de vol choisi pour les essais évite les centres de population et les zones développées pour minimiser les effets du bruit sur les humains.

c. Risque de collision - La probabilité d'une collision en vol entre le ALCM et un appareil normal est négligeable. La densité de la circulation aérienne générale dans le corridor d'essais au cours des mois d'hiver, la publication de données d'avertissement sur les essais en vue de mettre les pilotes de l'aviation générale au courant du corridor d'essais et la publication des dates et des heures des essais sont toutes des facteurs qui sont entrés en ligne de compte pour la réduction du risque d'une collision en vol. De plus, le système d'essais en vol au complet a été conçu pour permettre un contrôle sûr de l'ALCM et pour ainsi réduire encore plus le risque d'une collision en vol.

d. Dangers engendrés par un impact au sol - Le corridor d'essais canadien s'inscrit, de façon générale, dans une région faiblement

.../48

peuplée et à faible densité de population. La probabilité d'un impact au sol engendrant des dommages matériels ou un incendie éventuel est négligeable. La probabilité d'un incendie est d'autant plus réduite par le fait que la période d'essais est limitée aux trois premiers mois de l'année, c'est-à-dire lorsqu'une couche de neige continue recouvre tout le secteur décrit par le trajet. En cas de défaillance en vol du ALCM et d'un impact au sol, la surface terrestre serait marquée jusqu'à un certain point, et cela serait limité à une très petite superficie. Les risques de blessures ou de pertes de vie sont de beaucoup inférieurs aux risques associés aux accidents de véhicules automobiles courants.

e. Répercussions sociales - La présence d'un personnel accru à la BFC Cold Lake n'y augmentera pas la charge de travail de façon significative ni ne constituera une contrainte pour ce qui est des installations existantes de cet endroit. Le personnel supplémentaire ne sera affecté à la base que pour de courtes périodes pour les essais réels du ALCM. Par ailleurs, toute construction de faible envergure pouvant être requise aux fins du soutien des essais n'aura aucun effet significatif sur l'économie régionale. La question socio-politique, hors de la portée de la présente évaluation, n'y est donc pas traitée. Il s'agit d'une question qui doit être réglée par le gouvernement fédéral.

CONCLUSION

2. Une comparaison directe de l'analyse du contexte américain et du contexte canadien peut être faite à l'aide de l'annexe D, page , qui compare les probabilités en fonction du risque moyen par 100 km de vol.

3. Les conclusions tirées dans l'évaluation environnementale supplémentaire du Candidate Environmental Impact Statement dans le cadre des essais de mise au point du ALCM, 1979, ont été confirmées et les résultats obtenus en contexte américain ont été appliqués au contexte canadien. Le programme proposé d'essais au Canada du ALCM n'aura aucune répercussion environnementale appréciable ni nuisible sur le corridor d'essais canadien.

.../49

ANNEXE A
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

SYSTÈME D'ARRÊT DE VOL ET RÉCUPÉRATION DU MISSILE

SYSTÈME D'ARRÊT DE VOL

1. L'objet du système d'arrêt de vol (SAV) est de mettre fin au vol du missile si nécessaire. Le système se compose d'un récepteur radio et des dispositifs requis pour stopper le déplacement vers l'avant. Le système comprend un dispositif d'arrêt d'alimentation en carburant actionné par dispositif explosif et un dispositif de déploiement de parachute stabilisateur. Une impulsion "infaillible" est produite par un transmetteur à bord de l'ARIA, celle-ci empêchant le déclenchement du SAV. Dans l'éventualité de l'absence de l'impulsion pendant 60 secondes, la séquence de fonctionnement du SAV est déclenchée. Cette séquence peut également être déclenchée par télécommande par le directeur de la mission à bord de l'ARIA. La figure A-1 représente la séquence d'arrêt du vol.

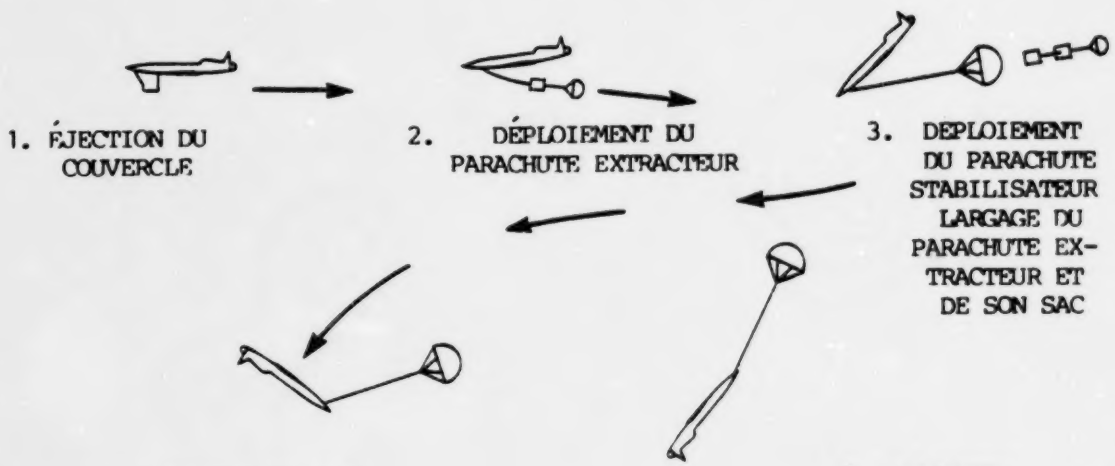


FIGURE A-1

SÉQUENCE D'ARRÊT DE VOL

2. La trajectoire de descente du ALCM est fonction de la quantité de carburant résiduel dans le réservoir, de même que de l'altitude du véhicule au-dessus du sol. En général, plus l'altitude du ALCM est élevée et moins il reste de carburant dans ce dernier au moment où le SAV est actionné, plus la descente est verticale. Lorsque le parachute stabilisateur est déployé, la vitesse horizontale du ALCM est réduite de façon qu'il touche le sol presque à la verticale, avec une vitesse verticale de l'ordre de 300 à 400 pieds à la seconde.

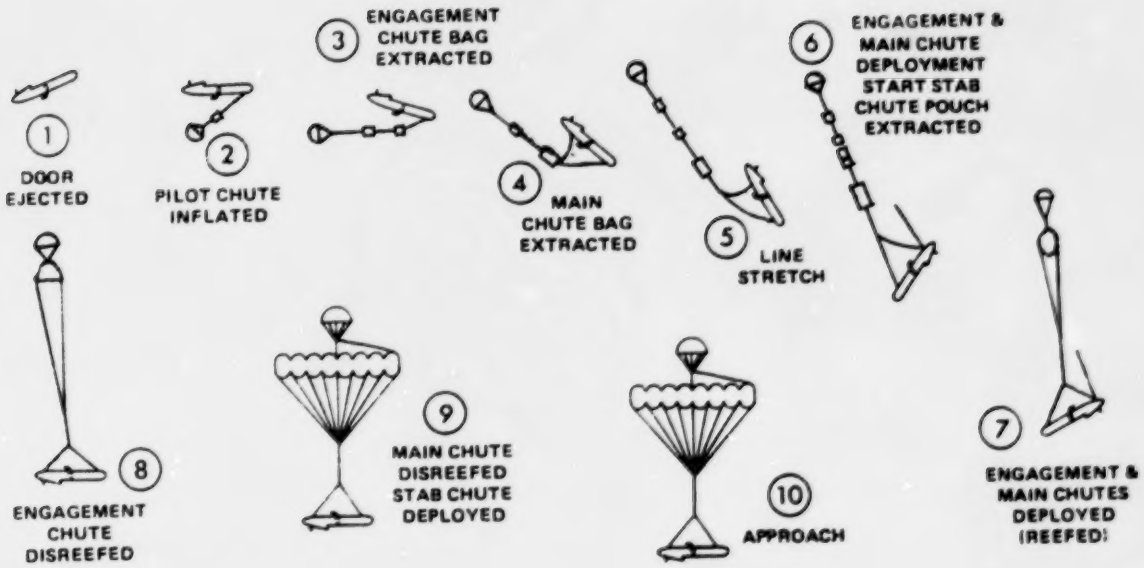
3. Dans l'éventualité que le SAV soit déraillant et que le missile touche le sol avant le déploiement du parachute stabilisateur, les débris dispersés autour du point d'impact devraient être contenus dans une surface de 85 m^2. (Rapport technique 79-1318-1)

SYSTÈME DE RÉCUPÉRATION

4. La phase de récupération de la mission, normalement déclenchée par le logiciel de la mission, se compose d'une manoeuvre en fonction de conditions de vol pré-établies, de la coupure d'alimentation en carburant et du déploiement du système de parachutes. Une fois la séquence de récupération commencée, le panneau du logement des parachutes est éjecté et un filin fixé à ce panneau déploie le parachute extracteur de la façon représentée à la figure A-2. Le parachute extracteur déployé tire le panneau du logement vers l'arrière et un dispositif montant retire du logement le manchon de déploiement qui renferme le parachute d'engagement. Ce dernier se déploie et ralentit le missile jusqu'à une basse pression dynamique, c'est-à-dire d'environ 10 liv./pi^2, pour permettre au parachute principal de s'ouvrir. Le parachute principal est relié à des points renforcés du missile, tant à l'avant qu'à l'arrière. Au fur et à mesure de l'augmentation de la charge qu'il exerce sur le parachute, le missile se renverse et atteint sa position horizontale de descente.

.../51

ANNEXE A
DE ALCM L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983



1 PANNEAU ÉJECTÉ
2 PARACHUTE EXTRACTEUR GONFLÉ
3 SAC DU PARACHUTE D'ENGAGEMENT EXTRAIT
4 SAC DU PARACHUTE PRINCIPAL EXTRAIT
5 EXTENSION DES FILINS
6 DÉBUT DU DÉPLOIEMENT DU PARACHUTE D'ENGAGEMENT ET DU PARACHUTE PRINCIPAL, HOUSSE DU PARACHUTE STABILISATEUR EXTRAITE
7 PARACHUTES D'ENGAGEMENT ET PRINCIPAL DÉPLOYÉS
8 PARACHUTE D'ENGAGEMENT GONFLÉ
9 PARACHUTE PRINCIPAL GONFLÉ, PARACHUTE STABILISATEUR DÉPLOYÉ
10 APPROCHE

FIGURE A-2

SÉQUENCE DE RÉCUPÉRATION

.../52

PRELIMINARY DESCRIPTION OF HUNTING AND TRAPPING AREAS IN THE INUVIK AND FT. SMITH REGIONS, NWT

Hunting and Trapping Areas in the Inuvik Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Priority 1
- Priority 2
- Priority 3

• All fur harvest values are based on 1977-78 data

I Inuvik subsistence hunting, trapping
- Ia 10 trappers, $40,000 fur
- Ib spring caribou hunting area
- Ic 4 trappers, $2,000 fur, fall sheep hunting
- Id 6 trappers, $10,000 fur, late summer caribou hunting

Colville Lake subsistence hunting, fishing, trapping
- Ca 4 trappers, $19,000 fur, caribou winter range
- Cb 3 trappers, $15,000 fur, late caribou hunting area

FF Ft Franklin subsistence hunting, fishing, trapping
- FFa 4 cabins, 59 trappers, $53,500 fur
- FFb winter barren ground caribou hunting
- FFc 7 cabins, 11 trappers, $19,000 fur
- FFd 2 cabins, 8 trappers, $27,000 fur summer caribou hunting
- FFe 1 cabin, 2 trappers, $5,300 fur, caribou winter range

GH Ft Good Hope subsistence hunting, fishing, trapping
- FGHa 63 trappers, $42,089 fur
- FGHb 28 trappers, $40,731 fur

FM Ft McPherson subsistence hunting, trapping
- FMa 4 trappers, $35,089 fur
- FMb spring and fall caribou hunting area
- FMc 2 trappers, $ 6,399 fur muskrat trapping

FNB&NW Ft Norman and Norman Wells subsistence hunting, trapping[mainly marten, fox, muskrat, beaver, mink, and wolverine]
- FNa 24 trappers, $25,500 fur
- FNB 7 trappers, $6,900 fur
- NWa 3 trappers, $2,193 fur

Inuvik subsistence hunting, trapping[mainly marten, mink, some wolverine and fox]
- Ia 12 trappers, $4,500 fur
- Ib important moose habitat
- Ic caribou winter range

T Tuktoyaktuk subsistence hunting, fishing, trapping[mainly marten mink, fox, and muskrat]
- Ta 27 trappers, $8,900 fur
- Tb 14 trappers, $16,600 fur
- Tc 5 trappers, $15,700 fur
- Td 56 trappers, $31,450 fur

RGTA Registered Group Trapping Area for residents of Inuvik, Aklavik, Arctic Red River, and Ft McPherson subsistence hunting, fishing, trapping [mainly muskrat, mink, fox]
- RGTA $476,000 fur

Hunting and Trapping Areas in the Ft. Smith Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Heavily Utilized
- Moderately Utilized
- Marginally Utilized
- • All fur harvest values are based on 1977-78 data

FL Ft Liard subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly marten, mink beaver, and muskrat]
- FL1 10 trappers, $20,000 fur

FP Ft Providence subsistence hunting and fishing, snaring trapping[marten mink, lynx, red fox, beaver]
- FP1 2 trappers, $40,000 fur
- FP2 10 trappers, $ 5,000 fur
- FP3 critical area for woodland caribou
- FP4 fishing, hunting, marten, mink, lynx, red fox trapping
- FP5 woodland caribou hunting
- FP6 travel routes
- FP7 cabin, 2 trappers, $3,500 fur
- FP8 2 trappers, $4,000 fur
- FP9 cabin, 2 trappers

FR Ft Resolution subsistence hunting and fishing, trapping[mainly lynx and mink]
- FR1 9 cabins, 30 trappers, $162,500 fur
- FR2 2 trappers, $ 0,000 fur
- FR3 60 men, spring muskrat trapping, $100,000 fur
- FR4 3 trappers, $6,000 fur

FS Ft Smith subsistence hunting, snaring, trapping[mainly lynx, mink, muskrat, red fox, and beaver]
- FS1 registered trapping areas, 44 trappers, $170,000 fur
- FS2 2 trappers, $6,000 fur
- FS3 6 trappers, $18,000 fur
- FS4 Ft. Smith band area, not trapped
- FS5 Ft. Fitzgerald group area, not trapped

HR Hay River subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly lynx and mink]
- HR1 2 trappers, $2,500 fur
- HR2 travel routes
- HR3 4 trappers, $1,500 fur
- HR4 15 trappers, $ 0,000 fur, casual trapping along highway
- HR5 2 trappers, $3,000 fur
- HR6 registered trapping area for trapper education projects
- HR7 unused registered trapping area
- HR8 6 trappers, $4,000 fur
- HR9 2 trappers, $11,000 fur

K Kakisa subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly beaver and muskrat]
- K1 cabins, 10 trappers, $20,000 fur
- K2 beaver, muskrat trapping
- K3 important area for beaver and muskrat

LM Lac la Martre subsistence hunting, snaring, trapping[mainly marten and mink]
- LM1 travel route, traps along trail, 9 trappers, $6,000 fur
- LM2 travel route, 8 trappers, $13,000 fur
- LM3 travel route, 2 trappers, $2,000 fur
- LM4 2 trappers, $2,000 fur
- LM5 travel route, 5 trappers, $5,500 fur

MR Meander River trapping
- MR1 10 trappers, $20,000 fur

NB Nahanni Butte subsistence hunting, snaring, fishing, trapping[mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- NB1 5 trappers, $8,000 fur
- NB2 1 trapper, $2,000 fur

PP Pine Point subsistence hunting, trapping
- PP1 1 trapper, $2,000 fur

RE Ft. Rae, Edzo subsistence hunting, snaring, trapping[mainly marten and mink]
- RE1 8 trappers, $17,000 fur
- RE2 45 trappers, $70,000 fur
- RE3 winter barren ground caribou hunting
- RE4 travel route
- RE5 6 trappers, $7,000 fur
- RE6 travel route, traps along trail, 5 trappers, $4,000 fur
- RE7 winter caribou hunting
- RE8 travel routes
- RE9 1 trapper, $1,000 fur
- RE10 woodland caribou calving meadows
- RE11 3 trappers, $4,000 fur

ANNEX B
TO ALCM IEE
DATED 30 SEPTEMBER 1983

Hunting and Trapping Areas of the Fort Smith Region

LEGEND

- Approximate Tree Line
- Heavily Utilized
- Moderately Utilized
- Marginally Utilized
- All fur harvest values are based on 1977-78 data

FL Ft Liard subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- FL1 10 trappers, $20,000 fur

FP Ft Providence subsistence hunting and fishing, snaring, trapping [marten mink, lynx, red fox, beaver]
- FP1 2 trappers, $40,000 fur
- FP2 10 trappers, $ 5,000 fur
- FP3 critical area for woodland caribou
- FP4 fishing, hunting, marten, mink, lynx, red fox trapping
- FP5 woodland caribou hunting
- FP6 travel routes
- FP7 cabin, 2 trappers, $3,500 fur
- FP8 2 trappers, $4,000 fur
- FP9 cabin, 2 trappers

FR Ft Resolution subsistence hunting and fishing, trapping [mainly lynx and mink]
- FR1 9 cabins, 30 trappers, $162,500 fur
- FR2 2 trappers, $10,000 fur
- FR3 60 men, spring muskrat trapping, $100,000 fur
- FR4 3 trappers, $6,000 fur

FS Ft Smith subsistence hunting, snaring, trapping [mainly lynx, mink, muskrat, red fox, and beaver]
- FS1 registered trapping areas, 44 trappers, $170,000 fur
- FS2 2 trappers, $16,000 fur
- FS3 6 trappers, $18,000 fur
- FS4 Ft Smith band area, not trapped
- FS5 Ft Fitzgerald group area, not trapped

HR Hay River subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly lynx and mink]
- HR1 2 trappers, $2,500 fur
- HR2 travel routes
- HR3 4 trappers, $1,500 fur
- HR4 15 trappers, $10,000 fur, casual trapping along highway
- HR5 2 trappers, $3,000 fur
- HR6 registered trapping area for trapper education projects
- HR7 unused registered trapping area
- HR8 6 trappers, $4,000 fur
- HR9 2 trappers, $11,000 fur

K Kakisa subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly beaver and muskrat]
- K1 cabins, 10 trappers, $20,000 fur
- K2 beaver, muskrat trapping
- K3 important area for beaver and muskrat

LM Lac la Martre subsistence hunting, snaring, trapping [mainly marten and mink]
- LM1 travel route, traps along trail, 9 trappers, $6,000 fur
- LM2 travel route, 8 trappers, $13,000 fur
- LM3 travel route, 2 trappers, $2,000 fur
- LM4 2 trappers, $2,000 fur
- LM5 travel route, 5 trappers, $5,500 fur

MR Meander River trapping
- MR1 10 trappers, $20,000 fur

NB Nahanni Butte subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- NB1 5 trappers, $8,000 fur
- NB2 1 trapper, $2,000 fur

PP Pine Point subsistence hunting, trapping
- PP1 1 trapper, $2,000 fur

RE Ft. Rae, Edzo subsistence hunting, snaring, trapping [mainly marten and mink]
- RE1 8 trappers, $17,000 fur
- RE2 45 trappers, $70,000 fur
- RE3 winter barren ground caribou hunting
- RE4 travel route
- RE5 6 trappers, $7,000 fur
- RE6 travel route, traps along trail, 5 trappers, $4,000 fur
- RE7 winter caribou hunting
- RE8 travel routes
- RE9 1 trapper, $1,000 fur
- RE10 woodland caribou calving meadows
- RE11 3 trappers, $4,000 fur
- RE12 3 trappers, $3,500 fur
- RE13 3 trappers
- RE14 fall caribou hunting

RL Rae Lakes subsistence hunting and fishing, trapping [mainly marten and mink]
- RL1 5 trappers, $16,000 fur
- RL2 winter caribou hunting
- RL3 3 trappers, $5,000 fur
- RL4 travel routes

S Ft Simpson subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- S1 2 trappers, $4,000 fur
- S2 10 trappers, $8,000 fur
- S3 1 trapper, $2,000 fur
- S4 3 trappers, $3,000 fur
- S5 4 trappers, $4,000 fur
- S6 2 trappers, $2,000 fur
- S7 2 trappers, $2,000 fur
- S8 2 trappers, $2,000 fur
- S9 cabins, 2 trappers
- S10 cabins, 4 trappers, $5,000 fur

SD Snowdrift subsistence hunting, snaring, fishing, trapping
- SD1 45 trappers, $30,000 fur, winter caribou hunting
- SD2 winter caribou hunting
- SD3 summer caribou hunting

SL Snare Lake subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink, red fox, arctic fox trapping in winter]
- SL1 10 trappers, $10,000 fur, winter caribou hunting
- SL2 fall caribou hunting
- SL3 3 trappers, $1,500 fur
- SL4 3 trappers, $1,500 fur
- SL5 fall caribou hunting
- SL6 no information

TL Trout Lake subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink, beaver, and muskrat]
- TL1 2 trappers, $3,000 fur
- TL2 10 trappers, $15,000 fur

W Wrigley subsistence hunting, snaring, fishing, trapping [mainly marten, mink beaver, and muskrat]
- W1 10 trappers, $5,000 fur
- W2 cabins, 10 trappers, $15,000 fur
- W3 cabins, 3 trappers, $12,000 fur
- W4 cabins, 4 trappers, $3,000 fur
- W5 cabins, 5 trappers, $4,000 fur
- W6 cabins, 3 trappers, $4,000 fur
- W7 1 trapper, $2,500 fur
- W8 cabin, 1 trapper, $2,000 fur

YK Yellowknife subsistence hunting, snaring, trapping [lynx, muskrat, red fox, mink, beaver]
- YK1 129 trappers, $117,500 fur
- YK2 travel routes, 7 trappers, $16,500 fur
- YK3 1 trapper, $5,000 fur
- YK4 3 trappers, $6,000 fur
- YK5 1 trapper, $1,000 fur
- YK6 2 trappers, $2,000 fur
- YK7 travel route, to caribou hunting camp, trapping
- YK8 2 trappers, $2,000 fur

SCALE 1:2,000,000

ANNEXE B
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

DESCRIPTION PRÉLIMINAIRE DES SECTEURS DE CHASSE ET DE TRAPPAGE
DANS LES RÉGIONS D'INUVIK ET DE FORT SMITH, T.N.-O.

1 HABITAT D'HIVER
DU MOUFLON DE DALL

2 HABITAT D'HIVER
DE LA CHÈVRE DES NEIGES

3 TOUT LE CORRIDOR:
OISEAUX DE PROIE, OISEAUX MIGRATEURS (AQUATIQUES)
HABITAT D'HIVER DE L'ORIGNAL

4 HABITAT D'HIVER
DU CARIBOU DES BOIS

5 HABITAT D'HIVER
DU CARIBOU BLUENOSE ET DU CARIBOU DE LA TOUNDRA

6 RÉSERVE DE PÂTURAGE DU RENNE

7 HABITAT DE L'OURS POLAIRE
8 HABITAT DU BISON DES BOIS

Zones de chasse et de trappage dans la région d'Inuvik

LÉGENDE

Limite approximative des arbres

Priorité 1
Priorité 2
Priorité 3

* Toutes les valeurs de pelleterie sont fondées sur des données de 1977-1978.

.../53

A Aklavik - subsistance: chasse, trappage
Aa 10 trappeurs, 40 000 $ de fourrure
Ab Zone de chasse du caribou au printemps
Ac 4 trappeurs, 2 000 $ de fourrure, chasse du mouflon de Dall
Ad 6 trappeurs, 10 000 $ de fourrure, chasse au caribou vers la fin de l'été

CL Lac Colville - subsistance: chasse, pêche, trappage
CLa 6 trappeurs, 9 000 $ de fourrure, habitat d'hiver du caribou
CLb 11 trappeurs, 15 000 $ de fourrure, zone de rut d'automne du caribou

FF Fort Franklin - subsistance: chasse, pêche, trappage
FFa 4 cabanes, 59 trappeurs, 53,500 $ de fourrure
FFb Chasse du caribou de la toundra en hiver
FFc 7 cabanes, 11 trappeurs, 19 000 $ de fourrure
FFd 2 cabanes, 8 trappeurs, 27 000 $ de fourrure, chasse du caribou en été
FFe 1 cabane, 2 trappeurs, 5 900 $ de fourrure, habitat d'hiver du caribou

FGH Fort Good Hope - subsistance: chasse, pêche, trappage
FGHa 63 trappeurs, 42 089 $ de fourrure
FGHb 28 trappeurs, 40 731 $ de fourrure

FM Fort McPherson - subsistance: chasse, trappage
FMa 14 trappeurs, 35 089 $ de fourrure
FMb Zone de chasse du caribou au printemps et en automne
FMc 12 trappeurs, 16 399 $ de fourrure, chasse de l'orignal

FN&NW Fort Norman et Norman Wells - subsistance: chasse, trappage (principalement la martre, renard, rat musqué, castor, vison et glouton)
FNa 24 trappeurs, 25 500 $ de fourrure
FNb 7 trappeurs, 6 900 $ de fourrure
NWa 3 trappeurs, 2 193 $ de fourrure

I Inuvik - subsistance: chasse, trappage (principalement martre, vison, un peu de glouton et renard)
Ia 12 trappeurs, 4 500 $ de fourrure
Ib Habitat important de l'orignal
Ic Habitat d'hiver du caribou

T Tuktoyaktuk - subsistance: chasse, pêche, trappage (principalement martre, vison, renard et rat musqué)
Ta 27 trappeurs, 8 900 $ de fourrure
Tb 14 trappeurs, 16 600 $ de fourrure
Tc 5 trappeurs, 15 700 $ de fourrure
Td 56 trappeurs, 31 450 $ de fourrure

.../54

RGTA Zone de trappage collectif enregistré pour les résidents d'Inuvik, d'Aklavik, de Red River (Arctique) et de Fort McPherson - subsistance: chasse, pêche, trappage (principalement rat musqué, vison et renard)
RGTA 476 000 $ de fourrure

Zones de chasse et de trappage dans la région de Fort Smith

LÉGENDE

Limite approximative des arbres

Usage intensif

Usage marginal

Usage modéré

* Toutes les valeurs de pelleterie sont fondées sur des données de 1977-1978

FL Fort Liard - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement martre, vison, castor et rat musqué)
FL1 10 trappeurs, 20 000 $ de fourrure

FP Fort Providence - subsistance: chasse et pêche, collet, trappage (martre, vison, lynx, renard roux, castor)
FP1 2 trappeurs, 40 000 $ de fourrure
FP2 10 trappeurs, 15 000 $ de fourrure
FP3 Zone critique pour le caribou des bois
FP4 Pêche, chasse, trappage (martre, vison, lynx, renard roux)
FP5 Chasse du caribou des bois
FP6 Routes de déplacement
FP7 Cabane, 2 trappeurs, 3 500 $ de fourrure
FP8 2 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
FP9 Cabane, 2 trappeurs

FR Fort Resolution - subsistance: chasse, pêche, trappage (principalement lynx et vison)
FR1 9 cabanes, 30 trappeurs, 162 500 $ de fourrure
FR2 2 trappeurs, 10 000 $ de fourrure
FR3 60 hommes, trappage du rat musqué au printemps, 100 000 $ de fourrure
FR4 3 trappeurs, 6 000 $ de fourrure

FS Fort Smith - subsistance: chasse, collet, trappage (principalement lynx, vison, rat musqué, renard roux et castor)
FS1 Zones de trappage enregistrées, 44 trappeurs, 170 000 $ de fourrure
FS2 2 trappeurs, 16 000 $ de fourrure
FS3 6 trappeurs, 18 000 $ de fourrure
FS4 Zones de la bande de Fort Smith, pas de trappage

.../55

FS5 Zones du groupe de Fort Fitzgerald, pas de trappage

HR Hay River - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement lynx et vison)
HR1 2 trappeurs, 2 500 $ de fourrure
HR2 Routes de déplacement
HR3 4 trappeurs, 1 500 $ de fourrure
HR4 15 trappeurs, 10 000 $ de fourrure, trappage occasionnel le long de l'autoroute
HR5 2 trappeurs, 3 000 $ de fourrure
HR6 Zone de trappage enregistrée pour projets de formation au trappage
HR7 Zone de trappage enregistrée non utilisée
HR8 6 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
HR9 2 trappeurs, 11 000 $ de fourrure

K Kakisa - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement castor et rat musqué)

K1 Cabanes, 10 trappeurs, 20 000 $ de fourrure
K2 Trappage (castor et rat musqué)
K3 Zone importante pour le castor et le rat musqué

LM Lac La Martre - subsistance: chasse, collet, trappage (principalement martre et vison)
LM1 Route de déplacement, pièges le long du sentier, 9 trappeurs, 6 000 $ de fourrure
LM2 Route de déplacement, 8 trappeurs, 13 000 $ de fourrure
LM3 Route de déplacement, 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
LM4 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
LM5 Route de déplacement, 5 trappeurs, 5 500 $ de fourrure

MR Rivière Meander - trappage
MR1 10 trappeurs, 20 000 $ de fourrure

NB Butte Nahanni - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement martre, vison, castor et rat musqué)
NB1 5 trappeurs, 8 000 $ de fourrure
NB2 1 trappeur, 2 000 $ de fourrure

PP Pine Point - subsistance: chasse, trappage
PP1 1 trappeur, 2 000 $ de fourrure

RE Fort Rae, Edzo - subsistance: chasse, collet, trappage (principalement martre et vison)
RE1 8 trappeurs, 17 000 $ de fourrure
RE2 45 trappeurs, 70 000 $ de fourrure

.../56

RE3 Chasse du caribou de la toundra en hiver
RE4 Route de déplacement
RE5 6 trappeurs, 7 000 $ de fourrure
RE6 Route de déplacement, pièges le long du sentier, 5 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
RE7 Chasse du caribou en hiver
RE8 Routes de déplacement
RE9 1 trappeur, 1 000 $ de fourrure
RE10 Prairies de vêlage du caribou des bois
RE11 3 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
RE12 3 trappeurs, 3 500 $ de fourrure
RE13 3 trappeurs
RE14 Chasse du caribou à l'automne

RL Lacs Rae - subsistance: chasse et pêche, trappage (principalement martre et vison)
RL1 15 trappeurs, 16 000 $ de fourrure
RL2 Chasse du caribou en hiver
RL3 3 trappeurs, 5 000 $ de fourrure
RL4 Routes de déplacement

S Fort Simpson - subsistance: chasse, collet, pêche et trappage (principalement martre, vison, castor et rat musqué)
S1 2 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
S2 10 trappeurs, 8 000 $ de fourrure
S3 1 trappeur, 2 000 $ de fourrure
S4 3 trappeurs, 3 000 $ de fourrure
S5 4 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
S6 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
S7 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
S8 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
S9 Cabanes, 2 trappeurs
S10 Cabanes, 4 trappeurs, 5 000 $ de fourrure

SD Snowdrift - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage
SD1 45 trappeurs, 30 000 $ de fourrure, chasse du caribou en hiver
SD2 Chasse du caribou en hiver
SD3 Chasse du caribou en été

SL Lac Snare - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement martre, vison, renard roux et renard arctique en hiver)
SL1 10 trappeurs, 10 000 $ de fourrure, chasse du caribou en hiver
SL2 Chasse du caribou en automne
SL3 3 trappeurs, 1 500 $ de fourrure
SL4 3 trappeurs, 1 500 $ de fourrure
SL5 Chasse du caribou en automne
SL6 Aucun renseignement

.../57

TL Lac Trout - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement martre, vison, castor et rat musqué)
TL1 2 trappeurs, 3 000 $ de fourrure
TL2 10 trappeurs, 15 000 $ de fourrure

W Wrigley - subsistance: chasse, collet, pêche, trappage (principalement martre, vison, castor et rat musqué)
W1 10 trappeurs, 5 000 $ de fourrure
W2 Cabanes, 10 trappeurs, 15 000 $ de fourrure
W3 Cabanes, 3 trappeurs, 12 000 $ de fourrure
W4 Cabanes, 4 trappeurs, 3 000 $ de fourrure
W5 Cabanes, 5 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
W6 Cabanes, 3 trappeurs, 4 000 $ de fourrure
W7 1 trappeur, 2 500 $ de fourrure
W8 Cabane, 1 trappeur, 2 000 $ de fourrure

YK Yellowknife - subsistance: chasse, collet, trappage (lynx, rat musqué, renard roux, vison, castor)
YK1 129 trappeurs, 117 500 $ de fourrure
YK2 Routes de déplacement, 7 trappeurs, 16 500 $ de fourrure
YK3 1 trappeur, 5 000 $ de fourrure
YK4 3 trappeurs, 6 000 $ de fourrure
YK5 1 trappeur, 1 000 $ de fourrure
YK6 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure
YK7 Route de déplacement, vers camp de chasse du caribou, trappage
YK8 2 trappeurs, 2 000 $ de fourrure

ÉCHELLE 1:2 000 000

ANNEXE C
DE L'ÉEI DE L'AIÉM
30 SEPTEMBRE 1983

RÉSUMÉS D'OBSERVATIONS DE BIOLOGISTES

INTRODUCTION

1. Les observations qui suivent sont des affirmations de biologistes ou des extraits d'articles portant sur le sujet du comportement de la faune face au bruit produit par des aéronefs. La deuxième partie de la présente annexe est consacrée à des citations sur les mêmes sujets. Ces commentaires ont été tirés de l'évaluation environnementale initiale pour Goose Bay, février 1981, et portent sur le comportement des animaux dans l'Ouest du Canada et dans les Territoires du Nord-Ouest.

Arthur M. Martell, biologistes spécialisés sur la faune, S.C.F. Whitehorse, Yukon

Aucune donnée empirique disponible. Au cours de deux ans de travail sur le caribou Porcupine à proximité de l'autoroute de Dempster, il a remarqué que le bruit intense interrompait les activités d'alimentation à proximité de l'autoroute. Cela pourrait être critique, car l'équilibre d'énergie du caribou en hiver est précaire. De même façon, tout dérangement pouvant engendrer une réduction significative de l'activité d'alimentation en été (certaines années, le harcèlement des insectes peut causer un tel dérangement) serait nuisible au caribou car l'été est la saison de croissance et de récupération de réserves d'énergie perdues en hiver et au cours de la gestation et de l'allaitement. 1er DÉC. 1980

Merlin W. Shoesmith, chef des services biologiques, Manitoba

Aucune donnée spécifique n'est disponible pour ce qui est des avions à réaction volant à basse altitude et leurs effets sur la faune. Des bruits intenses et subits pourraient déranger le comportement et les activités habituelles de la plupart des espèces de la faune, particulièrement pour ce qui est des gros mammifères et des oiseaux en cas de survols répétés. La réaction vis-à-vis des motoneiges est fonction du contexte environnemental. Le caribou de la toundra peut commencer à courir au premier son d'une motoneige car ce n'est que lorsque les autochtones chassent qu'il entend ce véhicule. Les autres gros mammifères réagissent très peu lorsqu'aucune menace n'est associée au bruit. Ainsi, à la BFC Shilo, l'élan, l'orignal et le cerf

.../59

se sont adaptés à presque tous les sons provenant des véhicules (chars et d'artillerie) employés dans le secteur.

19 DÉC. 1980

David R. Klein
La réaction de certains mammifères du Nord vis-à-vis les aéronefs

Il semble y avoir une relation directe entre l'altitude de l'appareil et la réaction du caribou. La réaction la plus poussée se produit en hiver, avec atténuation au printemps et en été; les groupes nombreux réagissent plus que les individus ou les petits groupes. Les mâles réagissent moins que les femelles et les petits. L'activité précédant le harcèlement détermine le degré de la réaction. Dans la plupart des cas, une altitude de 200 pieds ou moins engendrait une course ou une réaction de panique, tandis que la réaction, pour une altitude de 200 à 500 pieds, pouvait aller de moyenne à forte. Les dépenses d'énergie extrêmes et l'abandon des habitats constituent des conséquences possibles. Cependant, l'adaptation semble probable avec le temps.

George W. Calef, Elmer A. DeRock et Grant M. Lortie
La réaction du caribou de la toundra exposé aux aéronefs, 1972-1973

Au cours des migrations du printemps et de l'automne, une réaction prononcée fut observée aux altitudes inférieures à 200 pieds; cependant, aux altitudes supérieures à cette valeur, la réaction se chiffrait à moins de 20 %. Aux altitudes supérieures à 500 pieds, aucune réaction poussée ne fut observée. Les réactions les plus fortes furent observées dans les secteurs de vêlage et en hiver. Le caribou réagissait moins violemment à l'hélicoptère qu'aux appareils à voilure fixe. Le comportement des animaux avant le stimulus déterminait la réaction dans une certaine mesure; cependant, le nombre du groupe, le terrain et la végétation n'avaient aucune incidence. Les femelles qui mettaient bas et celles qui avaient déjà eu leur petit ont ignoré le harcèlement.

ANNEXE C
DE L'ÉEI DE L'AIOM
30 SEPTEMBRE 1983

Valerius Giest, Comportement, Big Game of North America
Stackpole Books, 1978

Analyse de l'emploi du comportement animal comme outil de gestion et importance de l'observation directe d'une population particulière par opposition à des affirmations générales en fonction des espèces. Certains bons renseignements sur la dépense d'énergie résultant du harcèlement: ... La course effrénée peut engendrer 20 fois la dépense correspondant au métabolisme de base... Le gravissement d'une pente requiert environ 12 fois l'énergie dépensée pour le déplacement sur les surfaces de niveau. La dépense d'énergie correspondant au harcèlement est donc fonction de la distance parcourue et de l'élévation gravie, sans compter les pertes dues à l'excitation avant et après le déplacement, les possibilités d'alimentation étant perdues en conséquence.

Les dérangements conduisent donc à la réduction de la productivité, aux petits morts-nés; la course effrénée en hiver peut endommager les poumons, accroître la sensibilité aux maladies (de même que causer le piétinement ou l'abandon des nouveaux-nés).

Les moments les plus critiques pour le dérangement sont le temps froid, la fin de la gestation, la saison des mouches et lorsque les animaux sont dans un état d'équilibre d'énergie négatif. Des changements du secteur d'habitat peuvent se produire à la suite d'un dérangement. Il est difficile d'évaluer étant donné que les modèles changent naturellement au cours des décennies.

Les déplacements de populations de secteurs critiques comme des caribous quittant leur secteur de vêlage peuvent engendrer des activités prédatrices prononcées. Le caribou a démontré une adaptabilité remarquable à la présence de l'homme.

C.A. Fisher, D.C. Thompson, R.L. Wooley et P.S. Thompson, 1977

Études écologiques sur le caribou dans la péninsule Boothia et dans le district de Keewatin, T.N.-O., en 1976, avec observations sur la réaction du caribou et des bovidés sauvages vis-à-vis les dérangements causés par les aéronefs (1974-1976, Renewable Resources Consulting Services Ltd., préparé pour les programmes environnementaux de Polarges).

ANNEXE C
DE L'EEI DE L'AIGM
30 SEPTEMBRE 1983

Les groupes nombreux de caribou ont réagi de façon plus prononcée que les groupes moins nombreux; les groupes avec des petits ont réagi de façon plus prononcée que les groupes sans petits; le caribou réagissait de façon plus prononcée vers la fin de l'hiver qu'au cours des périodes précédant et suivant le vêlage; par ailleurs, la proportion des catégories de réactions fortes décroissait en fonction de l'augmentation de la distance de l'aéronef. Le facteur le plus important se situait à plus de 122 mètres. Trois cent trente-quatre observations du comportement des boeufs musqués ont été faites au total. Les petits échantillons de certaines cellules éloignées ont rendu l'analyse statistique difficile. Il n'y eut aucune différence statistique pour ce qui est de la proportion des réactions fortes selon diverses catégories de distance horizontale, et l'activité précédant le harcèlement n'eut aucune incidence sur la réaction.

G.W. Calef et G.M. Lortie, 1973
Observations sur le caribou Porcupine, 1972

Dans le cadre d'une évaluation de répercussions sur l'environnement du segment Alaska-Alberta du gazoduc du Mackenzie. Rapport provisoire n^{O} 3, annexe 1, Env. Protection Board, Winnipeg.

Rapport d'une étude tenue en 1972 sur la répartition, les déplacements, les nombres, la structure de la population et le comportement du Porcupine. Plus un aéronef se rapproche, tant verticalement qu'horizontalement, du caribou, plus forte est sa réaction. L'altitude de 200 pieds semble être le seuil en-deçà duquel une réaction de panique est proportionnelle de façon quasi-linéaire à l'altitude. Les différences saisonnières observées furent difficiles à interpréter étant donné les différences d'observateurs et d'aéronefs employés. Les petits groupes et les groupes nombreux réagissaient plus que les groupes d'un nombre intermédiaire, tandis que les groupes dans les bois réagissaient plus que ceux qui étaient à découvert. Les femelles qui mettaient bas accordaient très peu d'attention aux aéronefs. Les femelles montraient peu d'empressement à quitter leurs petits. Les petits étaient le groupe qui réagissait le plus, tandis que les femelles avec petits ne réagissaient pas plus que d'autres types d'âge et de sexe. Les hélicoptères qui suivaient lentement les caribous dérangeaient particulièrement. Les caribous arrêtaient habituellement de courir en moins d'un quart de mille.

.../62

ANNEXE C
DE L'EEI DE L'ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

K.H. McCourt, J.D. Feist, D. Doll, et J.J. Russell, 1974
Études sur les perturbations du caribou et des autres mammifères au Yukon et en Alaska, 1972

Aux altitudes inférieures à 300 pi, les caribous réagissaient plus à un hélicoptère Bell 206 qu'à un avion Cessna 105 à voilure fixe. Aucune différence ne fut décelée aux altitudes supérieures à 300 pieds. Par ailleurs, les réactions étaient peu fréquentes lorsque l'appareil volait à une altitude supérieure à 1 000 pieds. Les groupes nombreux réagissaient plus souvent et plus fréquemment aux appareils à basse altitude. Aucune différence saisonnière ne fut décelée. L'orignal réagissait habituellement à la présence des aéronefs à une altitude inférieure à 200 pieds, mais les aéronefs à voilure fixe à une altitude supérieure à 600 pieds n'engendraient aucune réaction. Le grizzli était plus sensible aux aéronefs que l'orignal ou le caribou, l'altitude des appareils n'ayant aucune incidence sur sa réaction.

K.H. McCourt et L.P. Hortsman, 1974

Réaction du caribou de la toundra vis-à-vis des aéronefs. Chapitre I, R.D. Jakimchuck (éd.), la réaction de certains mammifères au dérangement causé par le bruit des aéronefs et des postes de compression. Renewable Resources Consulting Services Ltd., Can. Arctic Gas Study Ltd., série de rapports de biologistes, vol. 23.

Il fut constaté que la réaction du caribou vis-à-vis des aéronefs était fonction de la distance à l'aéronef, du terrain, du nombre du groupe et de la saison. Entre 13 et 56 % de tous les groupes (selon la saison) réagissaient fortement aux aéronefs rapprochés d'une distance inférieure à 300 pieds mesurée en diagonale, tandis que 1 à 14 % réagissaient fortement aux aéronefs éloignés de 300 à 600 pieds en diagonale. Les groupes plus nombreux réagissaient plus aux vols à basse altitude au cours du vêlage et en hiver, alors qu'ils réagissaient plus aux vols à des altitudes supérieures au cours du vêlage, en été et au cours des périodes de dispersion. L'ordre global de la sensibilité en fonction des saisons est le suivant: après le vêlage, hiver, migration de printemps, vêlage, migration d'automne, déplacement estival.

.../63

ANNEXE C
DE L'ÉEI DE L'ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

D.C. Surrendi et E.A. DeBock, 1976

Répartition saisonnière, état de la population et comportement du caribou Porcupine; Serv. can. de la faune, Étude sur le pipeline de la vallée du Mackenzie, Ottawa, 144 p.

Renferme des passages sur la réaction du caribou aux aéronefs et à l'autoroute de Dempster. Les réactions du caribou vis-à-vis des aéronefs furent divisées en cinq catégories de comportement. Plus l'appareil était rapproché, plus la réaction du caribou était extrême. Il a semblé y avoir un seuil d'environ 75 m au-dessous duquel la réaction s'intensifiait de façon dramatique. Subjectivement, les hélicoptères engendraient des réactions de panique et de fuite à des distances plus élevées que les aéronefs à voilure fixe. Pour une altitude de 15 m de l'appareil, 71 % des caribous démontrèrent une réaction de panique ou de fuite observable. Les caribous étaient le plus sensibles au printemps et au début de l'hiver. Les caribous en terrain découvert ne réagissaient pas aussi violemment que ceux qui étaient dans des bois touffus. Les caribous gîtés étaient moins sensibles. Les groupes plus nombreux réagissaient de façon plus violente aux aéronefs que les groupes moins nombreux.

Frank L. Miller et Anne Gunn, Réactions du caribou de Peary et des boeufs musqués au harcèlement par hélicoptère
Publication occasionnelle 40, Service canadien de la faune, 1976-1977

Cette étude fut entreprise pour déterminer les réactions des animaux et examiner les effets de l'altitude, l'adaptabilité, la possibilité d'une réaction retardée et, enfin, les effets d'un atterrissage et d'une approche des animaux effectuée à pied. De nombreux survols furent effectués à basse altitude, les réactions étant observées de l'aéronef en question, ou des observateurs ayant été déposés à proximité (0,4 à 1,6 km) avant les survols de harcèlement. C'est la réaction la plus extrême de n'importe quel individu d'un groupe qui servit de mesure des effets du harcèlement. L'étude démontra qu'il y avait une relation inverse entre l'intensité des réactions et l'altitude de l'aéronef, les femelles avec des petits étant les groupes qui réagissaient le plus, particulièrement au cours de la période de vêlage et de la période succédant au vêlage. Le nombre du groupe, la saison, le terrain,

.../64

ANNEXE C
DE L'EEI DE L'ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

l'activité précédant le harcèlement et le type d'aéronef ont également contribué au degré de réaction. Une réduction remarquable de la réaction fut observée aux altitudes supérieures à 200 m AGL, mais certaines réactions extrêmes furent observées à des altitudes supérieures à 300 m AGL. Il fut suggéré que les survols soient effectués à des altitudes supérieures à 600 m AGL au cours de la période de vêlage et de celle qui suit le vêlage, et au-dessus de 300 m AGL à d'autres moments. Il fut également démontré que c'est le harcèlement du type encerclant qui produisait la réaction la plus marquée, probablement à cause de la durée plus longue du stimulus. Aucune blessure du type traumatisme due à un comportement de panique ne fut observée.

.../65

ANNEXE C
DE L'EEI DE L'ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

CITATIONS

Angus Gavin, zoologue canadien voué à la conservation, dit du gisement de pétrole de Prudhoe Bay et de la construction du pipeline transAlaska: "... Les étude systématiques tenues chaque année depuis 1979 n'ont pas démontré que la mise en oeuvre du seul gisement pétrolier situé à l'intérieur de leur domaine a engendré des changements importants au sein de la faune." Du caribou, Gavin affirme: "Cet animal, malgré toutes les activités qui se sont produites à l'intérieur de son habitat, est demeuré remarquablement stable."

Angus Gavin - Wildlife of the North Slope - A Ten Year Study 1969-1978

Les motoneiges n'ont pas forcé le caribou de Laponie à se conditionner en hardes, et l'emploi négligent de ce véhicule peut entraîner une perte de femelles et de petits.

David Klein 1971

"Les rapports sur la faune arctique qui décrivent la fuite du caribou, lente ou accélérée, vis-à-vis l'aéronef à voilure fixe ou tournante, la fuite désordonnée des moutons, le trot accéléré, l'éparpillement et la panique des loups en présence d'un hélicoptère, l'égaillement des oies des neiges et la réduction de la reproduction de l'aigle à tête blanche, et bien ces rapports sont en contradiction les uns avec les autres. Le contraste entre ces observations et ce que l'on peut voir quotidiennement à n'importe quel terrain d'aviation peut être expliqué par ce qui semble être un processus d'apprentissage dans le cas de certaines populations animales. Le travail effectué sur la faune arctique est suffisamment intéressant pour que l'on puisse suggérer qu'une seule et même population soit observée pour une période relativement prolongée et ce, au même endroit. De fait, le bruit inhabituel combiné au stimulus visuel au-dessus de la tête suffit à déranger tout animal, y compris l'homme, et à faire paniquer; de plus, certaines circonstances particulières réduisent considérablement notre intérêt vis-à-vis ce problème."

René - Guy Busnel - The Effects of Noise on Wildlife, 1978

.../66

ANNEXE C
DE L'EEI DE L'ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

Règle générale, nous avons observé que les animaux ont réagi de façon plus prononcée à la présence d'un hélicoptère qu'à un appareil à voilure fixe pour la même basse altitude.

David Klein - The Reaction of Some Northern Mammals to Aircraft Disturbances

Le harcèlement est grave lorsqu'il y a des tout jeunes petits; les troupeaux se sauvent de façon désordonnée et les petits peuvent être piétinés, séparés ou abandonnés de leur mère. Toute activité humaine devrait être évitée à proximité des endroits de vêlage.

A.T. Bergerud, Caribou

"... À l'exception des cas de harcèlement extrême intentionnel, les survols d'aéronef ne semblent pas pousser les femelles à abandonner leurs petits."

Calef et al., The Reaction of Barren-Ground Caribou to Aircraft

Le caribou a démontré qu'il est extrêmement bien adapté à son environnement et qu'il est adaptable. L'effet direct de l'homme pourrait être surestimé. C'est plutôt l'effet direct de la variation des rapports prélateur-proie et de la modification des habitudes de déplacement (droits de passage, routes, etc.) qui pourrait être le plus important.

A.T. Bergerud, Caribou, tel que cité dans Big Game of North America, Stackpole Books, 1978

"Il n'y a aucune preuve valable documentée selon laquelle le caribou abandonne ses secteurs d'habitat à la suite de perturbations, avec l'exception possible des zones de vêlage. Bien au contraire, une petite harde en Ontario passe l'hiver sur un terrain d'aviation à cause de la présence de bonnes touffes de lichens..."

A.T. Bergerud, Caribou

.../67

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

CALCULS DE PROBABILITÉ DES RISQUES

SECTION 1

Préparé par la Direction - Mathématiques et statistique
Centre d'analyse et de recherche opérationnelle

INTRODUCTION

1. L'objet de la présente annexe est d'évaluer le potentiel de risques pour ce qui est des centres de population, de la destruction par le feu et des aéronefs à basse altitude, potentiel engendré par les essais du ALCM (Air Launched Cruise Missile) dans l'espace aérien d'une région spécifique dans l'Ouest et le Nord du Canada. La probabilité de risque ainsi évaluée correspond fondamentalement à la probabilité d'un mauvais fonctionnement du ALCM et, donc, à l'arrêt prématuré de son vol entraînant la possibilité de son écrasement dans une zone peuplée et de causer un incendie. Les risques encourus par les aéronefs volant à basse altitude correspondent à la probabilité d'une collision en plein vol entre le ALCM et un aéronef traversant sa trajectoire de vol.

2. Les étapes à suivre pour déterminer ces risques sont les suivantes:

   a. Pour une trajectoire de vol donnée du ALCM, construire un corridor de vol de 46,3 km (25 milles marins) mesurés de chaque côté de l'axe longitudinal de la trajectoire de vol;

   b. définir les centres de population (communautés) exposés se retrouvant à l'intérieur du corridor d'essais;

   c. déterminer la probabilité d'un écrasement au sol du ALCM, P(impact)-P_i(I), dans un segment de vol délimité i(i-1,2,3 pour T.N.-O., C.-B. et Alberta, respectivement);

   d. déterminer les risques d'incendie potentiels pour chaque segment de vol en calculant la probabilité d'un incendie résultant de l'impact au sol (écrasement) du ALCM; et

   e. enfin, calculer la probabilité d'une collision en vol entre le ALCM et un aéronef volant à basse altitude, en fonction de certaines hypothèses générales sur les trajectoires de vol, la densité de la circulation, les types d'aéronef et les manoeuvres d'évitement.

.../68

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

3. Ce rapport est substantiellement fondé sur les résultats et les formules tirés du document de référence 1. Certaines de ces techniques sont simplifiées dans la présente annexe pour des fins de calcul, y compris l'exclusion de nombreuses considérations théoriques, même si certaines d'entre elles sont implicites, étant donné que des approches similaires pour un grand nombre des présentes estimations de probabilité ont été employées.

SECTION 2 - RISQUES ENCOURUS PAR LES RÉGIONS PEUPLÉES

2.1 DÉVELOPPEMENT

1. Pour évaluer le potentiel de risques que le ALCM impose aux régions peuplées à l'intérieur d'un corridor d'essais donné, il faut concevoir un modèle qui reflète une répartition d'impacts et la probabilité que la zone d'impact soit une région peuplée. À cette fin, le modèle conçu pour calculer ce risque permet d'analyser le corridor d'essais du ALCM en trois segments. Les segments ont été constitués en fonction de frontières provinciales et territoriales et permettent une analyse de défaillances fondée sur l'intervalle de temps pendant lequel le ALCM se trouve dans chaque segment. Les calculs sont fondés sur la trajectoire de l'axe longitudinal du ALCM (présumée linéaire), la répartition d'impacts étant présumée uniforme. Règle générale, cette hypothèse engendre des estimations plus conservatrices que la répartition normale bi-variée, lorsque les communautés sont réparties au hasard à l'intérieur du corridor.

2. Pour pouvoir déterminer le potentiel de risques encourus par les zones peuplées, le modèle se fonde sur les données ci-dessous:

a. la longueur de chaque segment de vol et le nombre de communautés inscrites dans le corridor pour chaque segment;

b. la superficie couverte par le corridor d'essais et les communautés à l'intérieur de chaque segment i;

c. le taux horaire de défaillance du ALCM engendrant l'arrêt immédiat du vol; et

d. la vitesse du ALCM.

.../69

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

2.2 FORMULATION ET DONNÉES

1. La probabilité d'écrasement du ALCM dans une zone région peuplée se décompose en deux parties. Premièrement, c'est la probabilité que le ALCM s'écrase au sol tandis qu'il est dans le segment i, $P_i(I)$. Cette probabilité est dérivée du produit du taux de défaillance total du ALCM par le temps de vol dans le segment i. La seconde partie se compose du rapport du secteur A_{ij} pour une communauté j par rapport au secteur A_i, la totalité du corridor d'essais dans le segment i dans lequel se trouve la j^e comunauté. Mathématiquement,

P (impact sur la communauté j dans le segment i) = P (impact donné: ALCM s'écrase sur la j^e communauté) · P (impact)

$$P_{ij} = \left(\frac{A_{ij}}{A_i}\right) \cdot P_i(I) \qquad 2\text{-}1$$

et

$$P_i = \sum_j P_{ij} = \frac{P_i(1)}{A_i} \sum_j A_{ij} \qquad 2\text{-}2$$

où l'équation 2-2 représente la probabilité totale de risque encouru par les zones peuplées pour les segments i. Enfin,

$$P_{..} = \sum_i \sum_j P_{ij} = \sum_i \sum_j \left(\frac{A_{ij}}{A_i}\right) \cdot P_i(I) \qquad 2\text{-}3$$

constitue le risque potentiel total encouru par toutes les zones peuplées à l'intérieur de tout le corridor d'essais.

2. La Boeing Aerospace Company a produit des "empreintes" d'arrêt de vol pour le ALCM (citées dans le document de référence 1). Son analyse a permis d'établir que l'arrêt d'un vol produirait deux débris importants avec de nombreuses petites pièces légères. Vu que l'énergie cinétique à l'impact des petites pièces légères serait insuffisante pour constituer un danger mortel quelconque, ce sont plutôt les deux grosses parties qui font l'objet des préoccupations. La plus grosse source de débris est, bien sûr, le missile

.../70

ANNEXE D
DE L'EET DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

impact, avec son parachute stabilisateur. Au moment de l'impact, le secteur de blessures et de pertes de vie éventuelles du missile, qui pèse alors entre 815 et 1450 kilogrammes, s'etend sur environ 16 mètres carrés et la superficie de dispersion désordonnée est estimée comme étant à l'intérieur d'un rayon de 61 mètres. La seconde source de débris est le couvercle du logement du système d'arrêt de vol et son parachute extracteur. Étant donné son poids de quatre kilogrammes, sa zone de blessures et de pertes de vie éventuelles prédite est beaucoup plus réduite, ne couvrant qu'environ 2,5 mètres, avec une dispersion minime.

3. Si l'on s'en tient à ces valeurs, il devient évident que la surface proportionnelle de toute région peuplée pouvant souffrir d'un impact du ALCM est très petite par rapport à tout autre type d'aéronef.

4. La Boeing Aerospace a également effectué des calculs estimatifs des taux de défaillance pour les divers systèmes de vol du ALCM. Les défaillances ont été ainsi catégorisées: celles qui requièrent l'arrêt immédiat du vol et celles qui requièrent un arrêt éventuel du vol. Cette dernière catégorie correspond aux défaillances dans le cas desquelles le missile peut être manoeuvré à la main jusqu'à un secteur de récupération au moyen du système de télécommande et de télécontrôle (STT). La probabilité d'une double défaillance associée au STT et à un autre élément constitutif est, en ordre de grandeur, cinq fois inférieure au taux de défaillance unique nécessitant un arrêt de vol immédiat; par conséquent, cette probabilité peut être ignorée. Les données pertinentes au taux de défaillance sont présentées au tableau 2-1.

TABLEAU 2-1

MODES DE DÉFAILLANCE DU ALCM*

Défaillances nécessitant un arrêt de vol immédiat	Taux de défaillance (défaillances par heure de vol)
Défaillance du moteur	5.00×10^{-3}
Défaillance de l'élément de commande du vol	0.28×10^{-3}
Défaillance de l'élément de navigation inertiel	1.05×10^{-3}
Défaillance du matériel informatique embarqué	0.06×10^{-3}
Défaillance de la source d'alimentation secondaire	0.08×10^{-3}
Taux de défaillance total du ALCM (résultant en un arrêt de vol imprévu)	6.47×10^{-3}

*Document de référence 1 (Rapport technique 79-1318-1, page 3-7)

.../71

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

5. Le tableau 2-2 présente des données sur les caractéristiques de segment de vol, sur la vitesse du ALCM ainsi que diverses autres données.

.../72

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

TABLEAU 2-2

DONNÉES D'ANALYSE DES RISQUES

Variable	Segment de vol T.N.-O.	C.-B.	Alberta
Longueur de la trajectoire (km)	1191	606	719
Superficie du corridor (km^2)	110305	56097	66562
Nombre de communautés exposées+	13	35	75
Vitesse du ALCM (km/h)	845		
Demi-largeur du corridor (km)	46.3		

+ Inclut les terrains d'aviation inoccupés.

2.3 CALCULS ET EXEMPLES

P_i (impact) = $P_i(I)$ = (taux de défaillance total du ALCM) x (durée du vol dans le segment i)

2-4

où le taux de défaillance total est donné dans le tableau 2-1 et la durée du vol dans chaque segment est

1. T.N.-O. (temps) = 1 191 km/845 km/h = 1,410 heure
2. C.-B. (temps) = 606 km/845 km/h = ,717 heure
3. Alberta (temps) = 719 km/845 km/h = ,851 heure

DURÉE DE VOL TOTALE 2 978 heures

Étant donné que la durée du vol = (longueur du segment)/(vitesse du ALCM).

.../73

Donc, $P_i(I)$ pour i = 1,2,3 est

$P1(I) = (6.47 \times 10^{-3})(1.41) = 9.13 \times 10^{-3}$ 2-5
$P2(I) = (6.47 \times 10^{-3})(.717) = 4.64 \times 10^{-3}$
$P3(I) = (6.47 \times 10^{-3})(.851) = 5.50 \times 10^{-3}$

6. Le tableau 2-3 présente des exemples pour une communauté de chaque segment de vol, démontrant comment calculer la probabilité d'écrasement du ALCM sur la communauté j dans le segment i, dans l'hypothèse d'une défaillance résultant en un arrêt de vol immédiat prématuré. Les tableaux 2-3.1 à 2-3.3 incl. présentent la liste entière des communautés exposées, avec leur estimation de superficie et de population respective, de même que la probabilité de risque d'impact.

TABLEAU 2-3

CERTAINES PROBABILITÉS DE RISQUE D'IMPACT EN ZONE PEUPLÉE*

1. i=2 j=9 Chetwynd, C.-B.

$A_{2,9} = 15.34\ Km^2$ $A_2 = 56097\ Km^2$

$P_{2,9} = \left(\frac{A_{2,9}}{A_2}\right) P_2(I)$

$= \left(\frac{15.34}{56097}\right)(4.64 \times 10^{-3})$

$= 1.27 \times 10^{-6}$

2. i=3 j=28 Fahler, Alberta

$A_{3,28} = 2.75\ Km^2$ $A_3 = 66562\ Km^2$

$P_{3,28} = \left(\frac{2.75}{66562}\right)(5.55 \times 10^{-3})$

$= 2.27 \times 10^{-7}$

3. i=1 j=6 Fort Norman, T.N.-O.

$A_{1,6} = 1.25\ Km^2$ $A_1 = 110305\ Km^2$

$P_{1,6} = \left(\frac{1.25}{110305}\right)(9.13 \times 10^{-3})$

$= 1.03 \times 10^{-7}$

* Zones tirées du document de référence 2

.../74

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

7. Les estimations de superficie de communauté sont le produit de la longueur et de la largeur approximative de chaque communauté (approximation par rectangle bi-dimensionnel). En général, ces mesures ont produit des estimations supérieures et, aux fins du présent travail, conservatrices par rapport à la superficie réelle de ces zones.

8. Étant donné l'échelle des cartes employées et la précision de la règle (longueur de 30 cm), un écart de 1 mm = 50 mètres a été attribué aux valeurs de longueur et de largeur. Autrement dit, en termes de superficie, cela veut dire un écart de mesure d'environ ±,05 km^2 par 1 km de longueur et de largeur unies.

TABLEAU 2-3.1

PROBABILITÉ D'IMPACT DU ALCM DANS UNE ZONE PEUPLÉE

Province/territoire 1: Territoires du Nord-Ouest*

	COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
1.	Bennett Field (AF)	-	u	-
2.	Catelina Strip (AF)	-	u	-
3.	Creek Bend (AF)	-	u	-
4.	Fort Good Hope	1.25	463	1.03×10^{-7}
5.	Fort Liard	1.56	405	1.29×10^{-7}
6.	Fort Norman	1.25	286	1.03×10^{-7}
7.	Fort Simpson	1.875	980	1.55×10^{-7}
8.	Little Chicago	.25	(25)	2.10×10^{-8}
9.	Nahanni Butte	.50	85	4.10×10^{-8}
10.	Netla	.25	(25)	4.10×10^{-8}
11.	Norman Wells	1.25	420	1.03×10^{-7}
12.	Thunder River	.75	178	6.20×10^{-8}
13.	Tuktoyaktuk	1.875	772	1.55×10^{-7}

TOTAL

* Superficie du corridor d'essais examinée 110 307 km^2 dans la région i = 1 (T.N.-O.)
+ Document de référence 3
u - Désigne une communauté ou une région inhabitée.
(25) Indique une estimation de population.

.../75

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

Il y a donc moins d'une chance sur un million que le ALCM cesse son vol prématurément au-dessus des T.N.-O. et s'écrase dans une région peuplée à l'intérieur des limites spécifiées du corridor.

.../76

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

PROBABILITÉ D'IMPACT DU ALCM DANS UNE RÉGION PEUPLÉE

Province/territoire 2: Colombie-Britannique*

	COMMUNAUTÉ j	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
1.	Arras	.25	(25)	2.09×10^{-8}
2.	Attachi	.25	(25)	2.09×10^{-8}
3.	Baldonnel	.75	61	6.22×10^{-8}
4.	Bear flat	.25	(25)	2.09×10^{-8}
5.	Bond	.25	(25)	2.09×10^{-8}
6.	Brier Ridge	.25	(25)	2.09×10^{-8}
7.	Cecil Lake	.25	(25)	2.09×10^{-8}
8.	Charlie Lake	1.875	280	1.55×10^{-7}
9.	Chetwynd	15.34	2553	1.27×10^{-6}
10.	Clayhurst	.25	(25)	2.09×10^{-8}
11.	Dawson Creek+	16.875	11373	1.40×10^{-6}
12.	Doe River	.25	(25)	2.09×10^{-8}
13.	East Pine	.25	17	2.09×10^{-8}
14.	Farmington	.25	(25)	2.09×10^{-8}
15.	Farrell Creek	.25	(25)	2.09×10^{-8}
16.	Fellers Heights	.25	(25)	2.09×10^{-8}
17.	Fort St. John	29.69	13891	2.46×10^{-6}
18.	Ground Birch	.25	(25)	2.09×10^{-8}
19.	Hudson's Hope	4.375	1365	3.62×10^{-7}
20.	Jedney (AF)	-	u	-
21.	Mason Creek	.25	(25)	2.09×10^{-8}
22.	Moberly Lake	.50	19	4.13×10^{-8}
23.	Pink Mountain	.25	17	2.09×10^{-8}
24.	Progress	.56	34	4.64×10^{-8}
25.	Prophet River	2.80	55	2.32×10^{-7}
26.	Rolla	.56	82	4.64×10^{-8}
27.	Shearer Dale	.25	(25)	2.09×10^{-8}
28.	Sikanni Chief	-	u	-
29.	Sunrise Valley	.25	(25)	2.09×10^{-8}
30.	Tomslake	.25	31	2.09×10^{-8}

.../77

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
31. Trutch	.5	(25)	4.13×10^{-8}
32. Tupper	.75	50	6.22×10^{-8}
33. Two Rivers	.25	(25)	2.09×10^{-8}
34. Willowbrook	.25	(25)	2.09×10^{-8}
35. Wonowani	.9375	93	7.75×10^{-8}
TOTAL	80.9875	30371	6.7×10^{-6}

* Superficie du corridor d'essais examinée 56 097 km^2 dans la région i = 2 (C.-B.).
\+ Y compris la région de South Dawson.

Donc, il y a environ 7 chances sur un million que le ALCM termine son vol de façon prématurée au-dessus de la C.-B. et qu'il s'écrase dans une région peuplée à l'intérieur des limites spécifiées du corridor.

TABLEAU 2-3.3

PROBABILITÉ D'IMPACT DU ALCM DANS UNE RÉGION PEUPLÉE

Province/territoire 3: Alberta*

TABLEAU 2-3.3

COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
1. Agnes Lake (AF)	-	u	-
2. Amesbury	.25	(25)	2.09×10^{-8}
3. Arcadia	.25	(25)	2.09×10^{-8}

.../78

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

	COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
4.	Atikameq	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
5.	Bay Tree	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
6.	Belloy	.375	15	$3.08x10^{-8}$
7.	Bezanson	.50	87	$4.13x10^{-8}$
8.	Blueberry Mountain	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
9.	Bonanza	.50	(50)	$4.13x10^{-8}$
10.	Breynat	.375	44	$3.08x10^{-8}$
11.	Calais	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
12.	Calling Lake	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
13.	Canyon Creek	.75	145	$6.22x10^{-8}$
14.	Cherry Point	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
15.	Christina Basin (AF)	-	u	-
16.	Clairmont	1.75	852	$1.45x10^{-7}$
17.	Codesa	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
18.	Cold Lake	3.125	2110	$2.58x10^{-7}$
19.	Crooked Creek	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
20.	De Bolt	.75	117	$6.22x10^{-8}$
21.	Demitt	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
22.	Desmaris	1.50	260	$1.24x10^{-7}$
23.	Dimsdale	.51	(25)	$4.24x10^{-8}$
24.	Donnelly	1.25	336	$1.04x10^{-7}$
25.	Dunvegan	.375	36	$3.08x10^{-8}$
26.	Eagleshan	1.17	208	$9.69x10^{-8}$
27.	Enilda	1.00	142	$8.62x10^{-8}$
28.	Fahler	2.75	1102	$2.27x10^{-7}$
29.	Faust	1.50	399	$1.24x10^{-7}$
30.	Gift Lake	1.50	428	$1.24x10^{-7}$
31.	Girouxville	.97	325	$8.04x10^{-8}$
32.	Goodwin	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
33.	Grand Centre	4.375	3146	$3.62x10^{-7}$
34.	Grand Prairie	45.00	24236	$3.72x10^{-6}$
35.	High Prairie	3.00	2506	$2.48x10^{-7}$

.../79

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

	COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
36.	Homestead	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
37.	Hythe	2.71	639	$2.24x10^{-7}$
38.	Imperial Mills	3.75	58	$3.08x10^{-8}$
39.	Indian Village	.25	15	$2.09x10^{-8}$
40.	Iron River	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
41.	Jean Coté	.50	68	$4.13x10^{-8}$
42.	Joussard+	1.125	330	$9.30x10^{-8}$
43.	Kathleen	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
44.	Kenzie	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
45.	Kinuso	1.39	285	$1.15x10^{-7}$
46.	La Corey	.25	18	$2.09x10^{-8}$
47.	Lac La Biche	3.06	2007	$2.53x10^{-7}$
48.	La Glace	.9375	165	$7.76x10^{-8}$
49.	Lessard	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
50.	Marten Hills (AF)	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
51.	Meridan (AF)	.375	34	$3.08x10^{-8}$
52.	McLennan	2.50	1125	$2.07x10^{-7}$
53.	Nipisi (AF)	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
54.	Philomena	.375	(25)	$3.08x10^{-8}$
55.	Plamondon	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
56.	Prestville	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
57.	Primrose	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
58.	Round Hill	.9375	121	$7.76x10^{-8}$
59.	Rycroft	1.58	649	$1.31x10^{-7}$
60.	Sexsmith	1.875	1180	$1.55x10^{-7}$
61.	Silverwood	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
62.	Slave Lake	8.75	4506	$7.24x10^{-7}$
63.	Snug Cove	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
64.	Springburn	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
65.	Spirit River	1.75	(25)	$1.45x10^{-7}$
66.	Sturgeon Heights	.25	13	$2.09x10^{-8}$

.../80

ANNEXE D
DE L'ÉÉI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

	COMMUNAUTÉ J	SUPERFICIE (km^2)	POPULATION	P(impact dans la commauté j)
67.	Tangent	.5625	48	$4.68x10^{-8}$
68.	Triangle	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
69.	Valhala Centre	1.00	45	$8.26x10^{-8}$
70.	Valleyview	5.00	2061	$4.13x10^{-7}$
71.	Wabasca	1.50	301	$1.24x10^{-7}$
72.	Wanham	3.88	266	$3.21x10^{-7}$
73.	Watino	.50	54	$4.13x10^{-8}$
74.	Webster	.25	(25)	$2.09x10^{-8}$
75.	Woking	1.00	106	$8.26x10^{-8}$
	TOTAL			

* Superficie du corridor d'essais examinée 66 562 km^2 dans la région i = 3 (Alberta)
+ Y compris la région de Joussard Station.

Ainsi, il y a environ dix chances sur un million que si le ALCM devait terminer son vol de façon prématurée au-dessus de l'Alberta, il s'écrase dans une région peuplée.

(25) Indique une estimation de population (aucune valeur de recensement de Statistiques Canada pour la région en question).

Ainsi, pour le corridor d'essais au complet, le risque potentiel global pour toutes les communautés et tous les segments est estimé à environ 18 sur un million.

.../81

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

SECTION 3 - RISQUES D'INCENDIE

1. Les risques d'incendie sont présentés en termes de probabilité d'un incendie se produisant dans une région où il pourrait causer des dommages au milieu environnant. Pour déterminer la probabilité d'un incendie dans le contexte canadien, l'on présume que le carburant JP-9 employé pour les essais canadiens du missile de croisière se comportera de façon semblable au carburant JP-4 employé pour les essais aux États-Unis. Cette hypothèse s'impose parce qu'il n'existe aucune donnée d'essai sur le JP-9; cependant, les résultats sont disponibles pour les essais du carburant JP-4.

2. La probabilité d'un incendie peut être estimée à l'aide de la formule ci-dessous:

$$P(\text{incendie}) = P(\text{incendie}|\text{impact})P(\text{impact près de combustibles}) \quad .P(\text{impact}) \qquad 3\text{-}1$$

Selon l'étude américaine faite sur les essais du véhicule de perfectionnement avancé dans le cadre de la mise au point du ALCM, six écrasements se sont produits. Dans tous les cas, le réservoir de carburant s'est rompu et du carburant JP-4 s'en est échappé. Dans l'un de ces cas, il y eut un incendie; par conséquent, une estimation initiale de P(incendie|impact) serait 1/6. Le majorant de 95 % (à un côté) correspondant pour cette estimation est d'environ 1/2. Pour s'en tenir au pire cas possible, le majorant choisi représente la probabilité d'un incendie dès qu'il y a impact.

3. Deuxièmement, la gravité des dommages causés par un incendie est fonction de nombreux facteurs, la totalité d'entre eux déterminant si l'incendie allumé s'alimentera. La probabilité d'impact à proximité de combustibles tente de représenter ces facteurs. Il y a trois facteurs déterminants: les conditions géographiques, la quantité de carburant résiduel dans le réservoir à l'impact et l'existence de matières combustibles à proximité de l'incendie initial.

4. Les conditions géographiques englobent les conditions météorologiques, la végétation et le type de sol. Dans tous les cas, les essais doivent être tenus au cours de l'hiver (janvier à mars); ainsi, l'on présume qu'il y aura une couche de neige et qu'en plus, le sol sera gelé. Si l'on combine à ces caractéristiques le fait que les T.N.-O. sont principalement recouvert de toundra et d'eau, la probabilité d'un incendie nourri est presque nulle. Le nord-est de la Colombie-Britannique est avant tout montagneux, avec certaines vallées comprenant des forêts et d'autre végétation; dans ce cas, le risque

.../82

d'un incendie nourri est légèrement plus élevé. Enfin, l'Alberta renferme suffisamment de forêts et de prés dans sa moitié nord qu'un incendie pourrait s'y propager à la suite d'un écrasement. Par ailleurs, étant donné que ce sont l'Alberta et la Colombie-Britannique qui renferment le plus de régions peuplées à l'intérieur du corridor d'essais, la possibilité que s'y trouvent suffisamment de combustibles pour causer plus de dommages que le seul impact l'aurait fait est également entrée en ligne de compte.

5. La quantité de carburant dans le missile diminuant en fonction de la distance, c'est donc au-dessus de l'Alberta, où les autres facteurs d'incendie sont les plus graves, qu'il reste moins de carburant dans le missile. La majeure partie du carburant qui se consume après son ignition brûle sous la forme d'une boule de feu qui dure de 20 à 30 secondes environ. Si aucun autre combustible rapproché n'est allumé par la boule de feu, le reste du carburant sera brûlé sous forme de petits feux.

6. Il est difficile et subjectif d'attribuer des probabilités à ces variables; cependant, étant donné la combinaison de caractéristiques mentionnées pour chaque segment de vol, la probabilité d'un impact à proximité de combustibles est évaluée à:

P(I près de C)	T.N.-O.	C.-B.	Alberta

Ainsi, à partir de l'équation 3-1

P_1(incendie T.N.-O.) $= (.5)(.01)(9.1\times10^{-3})$
$= (5\times10^{-5}$

P_2(incendie C.-B.) $= (.5)(.05)(4.6\times10^{-3})$
$= 1\times10^{-4}$

P_3(incendie Alberta) $= (.5)(.10)5.5\times10^{-3}$
$= 3\times10^{-4}$

La probabilité globale pour la totalité du corridor d'essais est donc environ de quatre et demi sur dix mille.

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

SECTION 4 - RISQUE DE COLLISION EN VOL

4.1 HYPOTHÈSES

1. Pour obtenir une estimation de la probabilité d'une collision entre le missile de croisière et un aéronef, l'on part des hypothèses suivantes:

a. Aucune mesure d'évitement n'est entreprise par le pilote de l'aéronef ni par le "pilote" à distance du missile;

b. la direction, la vitesse et l'altitude du missile sont relativement constantes;

c. la circulation aérienne (à travers le segment de la trajectoire de vol) est d'une densité normale et constante;

d. la circulation aérienne commerciale régulière s'effectue à des altitudes supérieures à celles du missile de croisière et, par conséquent, n'entre pas en ligne de compte; et

e. l'activité aérienne militaire serait restreinte, à l'intérieur de la zone d'essais, en vue de minimiser les risques encourus par les aéronefs en question.

2. Étant donné les hypothèses d et e, le risque encouru par la circulation aérienne générale constitue donc la préoccupation principale. Le tableau 4.1 indique l'activité de circulation aérienne à des terrains d'aviation se trouvant à l'intérieur du corridor d'essais, au cours de la période d'essais. À partir de ce tableau, des statistiques d'aviation générale ont été calculées (proportion de la circulation totale pouvant être considérée comme étant de la circulation aérienne générale, et fréquence de l'activité d'aviation générale par heure à travers chaque segment).

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

TABLEAU 4-1

CIRCULATION AÉRIENNE GÉNÉRALE

Source: Document de référence 4

TERRITOIRES DU NORD-OUEST TOTAL = 10,239

	JAN	FÉV	MARS
Tuktoyaktuk	551	474	838
Inuvik	1331	1302	1718
Norman Wells	992	975	1284
Wrigley	91*	63*	92*
Fort Simpson	237	61	216
	3116	2975	4148

*Circulation aérienne estimée à partir de rapports réels sur des périodes de 12, 21 et 19 jours respectivement.

COLOMBIE-BRITANNIQUE TOTAL = 35987

	JAN	FÉV	MARS
Dawson Creek	2405	1896	3233
Fort Nelson	2572	2978	3688
Fort St. John	6105	5847	7263
	11082	10721	14184

ALBERTA TOTAL = 29761

	JAN	FÉV	MARS
Grand Prairie	5276	5811	7730
Peace River	1821	1956	3182
Slave Lake	1246	1180	1559
	8343	8947	12471

.../85

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

NOTA:

1. Tous les nombres indiquent le total des mouvements d'aéronefs.

2. Environ 75 % sont considérés comme étant de la circulation aérienne générale.

3. Destinations ou itinéraires des aéronefs inconnus; par conséquent, il a été tenu compte du pire cas possible, c'est-à-dire que toute la circulation aérienne générale fasse usage de ces terrains d'aviation (cas extrême).

4. Le calcul de la fréquence horaire de la circulation aérienne générale dans le segment i est fait par la formule suivante:

$$F_{A_i} = \frac{TGA_i}{TEMPS}$$

TGA_i Circulation aérienne générale totale dans le segment i pour une période donnée. À partir de NOTA 1 et 2, TGA_i = ,75 x $TOTAL_i$ (75 % de tous les aéronefs faisant usage des terrains d'aviation à l'intérieur du segment i)

TEMPS Période (janv., févr., mars)
90 jours ou 2 160 heures

$$F_{A_1} = \frac{(10239)(.75)}{2160} = 3.55$$

3,6 aéronefs d'aviation générale traversent le segment 1 (T.-N.-O.) à l'heure.

De même facon $F_{A_2} = \frac{(35987)(.75)}{2160} = 12.5$

aéronefs d'aviation générale passent à travers le segment 2 (C.-B.) à l'heure.

$$F_{A_3} = \frac{(29761)(.75)}{2160} = 10.3$$

aéronefs d'aviation générale passent à travers le segment 3 (Alberta) à l'heure.

Toutes les fréquences de circulation aérienne d'aviation générale sont fondées

.../86

sur une circulation de 24 heures par jour et de 7 jours par semaine. Cependant, les fréquences de circulation réelles seront différents, selon l'heure du jour et le jour de la semaine.

4.2 NOTATION ET FORMULES TIRÉES DU DOCUMENT DE RÉFÉRENCE 1

1. Supposons que l'espace occupé par le missile et celui qui est occupé par un aéronef type est représenté approximativement par une boîte définie par la longueur, la largeur et la hauteur des véhicules. Employons la géométrie pour produire un modèle de collision aérienne (figure 4.1), avec les caractéristiques descriptives ci-dessous:

l_M = Longueur du missile
W_M = Largeur du missile (envergure des ailes)
H_M = Hauteur du missile (y compris les dérives)
l_A = Longueur d'un aéronef type d'aviation générale
W_A = Largeur d'un aéronef type d'aviation générale (envergure des ailes)
H_A = Hauteur d'un aéronef type d'aviation générale (y compris la dérive et le train d'atterrissage)
V_M = Vitesse du missile
V_A = Vitesse moyenne d'un aéronef volant dans une direction orthogonale par rapport au segment de trajectoire de vol du missile
F_{Ai} = Fréquence de traversée par des aéronefs du segment i de la trajectoire de vol du missile (aéronef/heure)

Tous les aéronefs ont été traités comme s'ils se dirigeaient dans une direction orthogonale par rapport au segment de la trajectoire de vol du missile à la vitesse V_A. Le cap réel de l'aéronef ne change pas vraiment de façon appréciable la probabilité de collision à moins qu'il soit quasi-parallèle au cap du missile.

2. Le tableau 4.2 présente les dimensions du missile de croisière et les dimensions estimées d'un aéronef type d'aviation générale, plus des valeurs de vitesse.

.../87

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

TABLEAU 4-2

CARACTÉRISTIQUES DES VÉHICULES+

Variable	ALCM*	Aéronef
Longueur (km)	.0063	.0091
Largeur (envergure des ailes) (km)	.0036	.0091
Hauteur (y compris les dérives) (km)	.0012	.0031
Vitesse (km/h)	845	278***

Basée sur la vitesse moyenne de 150 mi mar./h pour ce qui est des aéronefs canadiens.
* Source: Tableau 3-5, document de référence 1
+ Dimensions exprimées en km en vue de leur usage dans des calculs ultérieurs.

La fréquence de traversée par heure par des aéronefs des trois segments de trajectoire de vol dérivée à partir du tableau 4.1 était:

i = 1 T.N.-O. F_{A1} = 3,6 aéronefs/heure
i = 2 C.-B. F_{A2} = 12,5 aéronefs/heure
i = 3 Alberta F_{A3} = 10,3 aéronefs/heure

Supposons un segment de trajectoire de vol défini par la grandeur D_i (i=1,2,3). La figure 4.1 décrivant un secteur de collision aérienne, on peut calculer approximativement la probabilité d'une collision $P(D_i)$, tandis que le missile de croisière parcourt la longueur D_i.

3. La notation et les formules servant au calcul de $P(D_i)$ sont les suivantes:

4-1

$P(C_i)$ = Probabilité qu'un aéronef traverse le segment i au cours du passage du missile

$P(I|C_i)$ = Probabilité d'une collision (impact I) en cas de la traversée de la trajectoire par un aéronef, selon l'hypothèse que les deux véhicules sont à la même altitude.

.../88

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

P(A) = Probabilité que le missile de croisière et qu'un aéronef soient suffisamment proches en altitude pour qu'ils entrent en collision.

Si nous supposons que la fréquence d'aéronefs (F_{Ai}) est suffisamment petite, $P(C_i)$ peut être calculé approximativement par

.../89

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

FIGURE 4.1

GÉOMÉTRIE DE COLLISION AÉRIENNE

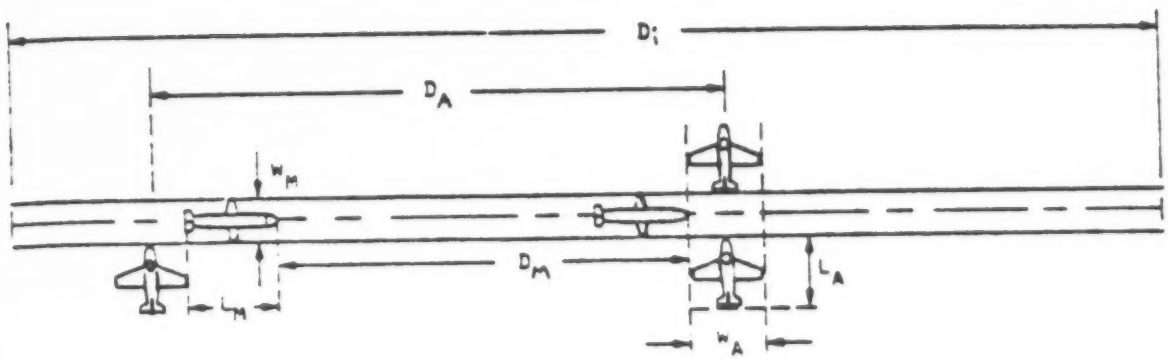
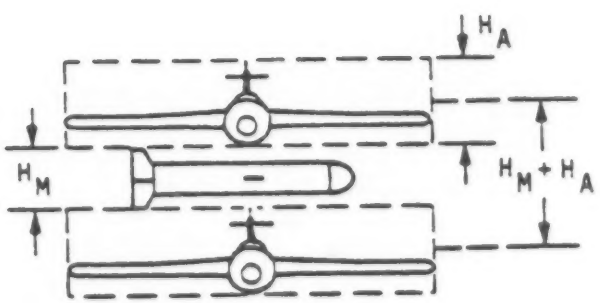


FIGURE 4.2



La figure 4.1 et la figure 4.2 ont été tirées directement du document de référence 1, pages 2-8 et 2-11 respectivement.

.../90

ANNEXE D
DE L'EEI DU AICM
30 SEPTEMBRE 1983

$$P(C_i) = \frac{\text{Durée du parcours missile}}{\text{Intervalle entre les aéronefs}} = \frac{D_i / V_M}{1 / F_{Ai}} \qquad 4\text{-}2$$

Si l'on se reporte à la figure 4.1, l'on constate que le temps (T_A) qu'une partie quelconque d'un aéronef se trouve dans la zone de collision est obtenu par la formule ci-dessous:

$$T_A = \frac{W_M + L_A}{V_A} \qquad 4\text{-}3$$

et que la distance parcourue par le missile pendant ce temps est

$$D_M = T_A V_M \qquad 4\text{-}4$$

La portion du segment de la trajectoire de vol par laquelle le centre du volume de l'aéronef pourrait passer et être frappé par le missile est la longueur D_A, où

$$D_A = L_M + W_A + D_M \qquad 4\text{-}5$$

Le rapport de cette distance D_A avec D_i représente la probabilité que l'aéronef traverse à un endroit où il serait frappé par le missile, selon l'hypothèse que les deux véhicules sont à la même altitude.

$$P(I \backslash Ci) = D_A / D_i \qquad 4\text{-}6$$

4. Pour calculer la probabilité P(A) que le missile de croisière et qu'un aéronef soient suffisamment proches en altitude pour entrer en collision, il fut présumé que l'altitude de chacun des véhicules serait normalement répartie selon des moyennes connues et des écarts normalisés.

$P_A(h)$ = Fonction de densité normale pour l'altitude de l'aéronef, avec moyenne M_A = 1,737 km (5 700 pi) et écart normalisé σ_A = ,559 km (1 833 pi)

$P_M(h)$ = Fonction de densité normale pour l'altitude du missile de croisière, avec moyenne M_M = 1 524 km (5 000 pi) et écart normalisé σ_M = ,1 km (33 pi)

Les caractéristiques du missile, tout comme celles de l'aéronef, ont été tirées directement du document de référence 1 (pp. 3-8 et D-6, respectivement). Les propriétés de l'aéronef furent basées sur la circulation

.../91

aérienne d'aviation générale dans la plage d'altitude de ,06 à 3,4 km (200 à 11 200 pi), ce qui donne la moyenne et l'écart normalisé pour $P_A(h)$.

5. Si les altitudes du missile de croisière et de l'aéronef sont spécifiées en fonction de leur centre de volume respectif, et si, à partir de la figure 4.2, une collision devait se produire, l'altitude de l'aéronef devrait se trouver à l'intérieur de la zone $(H_M + H_A)$ autour du missile de croisière. Mathématiquement, la probabilité correspondante que les deux véhicules soient suffisamment rapprochés pour qu'une collision se produise est la suivante:

$$P(A) = P\left[-\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right) \leq X_A - X_M \leq \left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)\right] \qquad 4\text{-}7$$

où X_A et X_M sont les altitudes réelles de l'aéronef et du missile, respectivement. En normalisant l'expression pour P(A), nous obtenons

$$P\left|-\frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq \frac{(X_A-X_M)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq \frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}}\right| = P(A)$$

$$P\left|-\frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}} \leq Z \leq \frac{\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)-(\mu_A-\mu_M)}{\sqrt{\sigma_A^2+\sigma_M^2}}\right|$$

où Z est la différence normalisée entre l'altitude de l'aéronef et celle du missile.

Si nous mettons ensemble les équations 4-2 et 4-7 dans l'équation 4-1, la forme finale de $P(D_i)$ est

$$P(D_i) = F_{A_i}\left|\frac{W_M+L_A}{V_A}+\frac{L_M+W_A}{V_M}\right| P\left[-\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right) \leq X_A - X_M \leq \left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)\right] \qquad 4\text{-}8$$

4.3 RÉSULTATS

1. À partir de l'équation 4-8 pour $P(D_i)$ et des données du tableau 4-2, l'on peut calculer les risques de collision aérienne dans chaque segment i(i=1,2,3).

i=1 T.N.-O. D_1 = 1 191 km

$$P(D_1) = 3.555\left|\left(\frac{.0036474+.009144}{277.845}\right)+\left(\frac{.0063246+.009144}{844.65}\right)\right|(2.75\times10^{-3})^*$$

$$= 3.555\ (4.6\times10^{-5}+1.83\times10^{-5})\ (2.75\times10^{-3})$$

$$P(D_1) = .063\times10^{-6}$$

.../92

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

De même façon,

$$P(D_2) = 12.4955\ (6.43\times10^{-5})\ (2.75\times10^{-3})$$
$$= 2.2\times10^{-6}$$

$$P(D_3) = 10.3337\ (6.43\times10^{-5})\ (2.75\times10^{-3})$$
$$= 1.8\times10^{-6}$$

$$* P(A) = P\left[-\left(\frac{H_M+H_A}{2}\right) \le X_A - X_M \le \left(\frac{H_M+H_A}{2}\right)\right]$$

$$= P\left[-\frac{\left(\frac{.0012+.003}{2}\right)-(1.737-1.524)}{\sqrt{(.559)^2+(.1)^2}} \le Z \le \frac{\left(\frac{.0012+.003}{2}\right)-(1.737-1.524)}{\sqrt{(.559)^2+(.1)^2}}\right]$$

$$= P\left[-.3788 \le Z \le -.3714\right] = 2.75\times10^{-3}$$

où Z est la normale normalisée pour la différence entre l'altitude de l'aéronef et celle du missile.

Ainsi, pour tout le corridor d'essais, la probabilité de collision aérienne est inférieure à cinq sur un million.

NOTA:

1. Ces valeurs représentent un majorant extrême pour la probabilité de collision aérienne, car ce n'est pas tous les aéronefs faisant usage des terrains d'aviation dans la région de la trajectoire de vol qui traverseraient le corridor de la trajectoire de vol.

2. Le pilote de l'aéronef ou le missile, ou les deux, exécuteraient une quelconque manoeuvre d'évitement. (Le ALCM comporte un mode de décalage conçu en vue des manoeuvres d'évitement).

3. L'itinéraire et les heures prévues de vol d'essai du missile de croisière devraient être connus de tous les terrains d'aviation environnants; par conséquent, les pilotes auraient probablement tendance à éviter le secteur, ce qui résulterait en une circulation inférieure à la normale.

.../93

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

SECTION 5 - CONCLUSION

1. À partir des résultats obtenus dans cette étude, les conclusions ci-dessous ont été tirées:

   a. Le potentiel de risque encouru par une communauté particulière quelconque est très réduit et, même pour toute une province ou tous les territoires, la probabilité n'est toujours pas suffisante pour susciter des préoccupations sérieuses.

   b. Les risques d'incendie sont suffisamment possibles, en fonction des hypothèses assez ouvertes faites pour justifier certaines méthodes de lutte contre les incendies, particulièrement si l'on sait que la volatilité du carburant JP-9 non testé est élevée.

   c. À partir du modèle, le danger d'une collision en plein vol entre le ALCM et un autre aéronef est réduit et il le serait certainement encore plus, car, en réalité, le pilote de l'aéronef ou le ALCM, en mode de décalage, ou les deux, exécuterait une quelconque manoeuvre d'évitement.

COMPARAISON DES RISQUES ENGENDRÉS PAR LE ALCM (par essai)

	ALBERTA	C.-B.	T.N.-O.	TOTAL
Risque d'impact dans une région peuplée	10.5×10^{-6} (.000010)	6.7×10^{-6} (.0000067)	0.89×10^{-6} (.00000089)	17.6×10^{-6} (.0000176)
Risque d'incendie	3.0×10^{-4} (.0003)	1.0×10^{-4} (.0001)	0.5×10^{-4} (.00005)	4.5×10^{-4} (.00045)
Risque de collision aérienne	1.8×10^{-6} (.0000018)	2.2×10^{-6} (.0000022)	0.63×10^{-6} (.00000063)	4.6×10^{-6} (.0000046)

.../94

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

Comparaison des probabilités à partir des études environnementales sur les essais au Canada et aux États-Unis du ALCM

1. Toutes les comparaisons sont fondées sur un risque moyen par 100 km de vol.

2. La distance totale du vol aux É.-U. (une fois dans les deux sens) est d'environ 4 800 km.

3. La longueur de la trajectoire de vol du missile au Canada est d'environ 2 520 km.

4. a. Risque moyen encouru par les régions peuplées, par 100 km

USA	4.6×10^{-6}	
Canada	0.7×10^{-6}	(moins peuplé)

b. Risque moyen d'incendie, par 100 km

5

USA*	5.5×10^{-5}	
Canada	1.7×10^{-7}	(essais en hiver)

c. Risque moyen de collision aérienne, par 100 km

USA	1.7×10^{-7}
Canada	1.8×10^{-7}

* Le risque d'incendie aux États-Unis était presque entièrement concentré dans deux régions.
Segment de vol 101 (128) P (incendie) =
Segment de vol 109 (120) P (incendie) =

Les autres segments englobaient principalement des régions désertiques.

.../95

ANNEXE D
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1. Haber J.M., "Hazard Analysis" for the ALCM (AGM-86B) Inland Tests, J.H. Wiggins Company, mars 1979, rédigé pour le Joint Cruise Missile Project Office.

2. Énergie, Mines et Ressources. Cartes topographiques produites à partir de photographies aériennes, échelle 1:50 000, 1960 à 1980 (voir ci-dessous).

3. Répartition de la population Liste de référence des noms de localité, Statistiques Canada, document 99x906 (1981).

4. Statistiques sur les mouvements d'aéronefs, rapports mensuels, 1981, Transports Canada, TP 141.

SEGMENT 1 T.N.-O.

CARTE	RÉGION	NUMÉRO	PUBLICATION
95	B	4	1961
95	G	3	1963
95	H	12	1953
96	C	13	1965
96	E	7	1960
106	I	7	1973
106	O	1	1973
107	C	7	1974

SEGMENT 2 C.-B.

CARTE	RÉGION	NUMÉRO	PUBLICATION
93	P	9-16	1980
94	A	1-4,6,7,12	1980,1981
94	G	2,7,10	1963,1953
94	J	2	1953
95	B	2	1961
95	G	3	1963
95	H	14	1953

.../96

ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

SEGMENT 3 ALBERTA

CARTE	RÉGION	NUMÉRO	PUBLICATION
73	L	7,8,13	1980
73	M	4	1976
83	M	1-16	1980
83	N	1-16	1978,1980
83	O	5-8	1976
83	P	1,2,3	1980

.../97

APPENDICE 1
DE L'ANNEXE D
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

BLESSURES - PERTES DE VIE - ACCIDENTS COURANTS

	ALBERTA	COLOMBIE-BRITANNIQUE	TERRITOIRES DU NORD-OUEST
Accidents graves de circulation automobile	662 (.000296)	820 (.000299)	6 (.000131)
Accidents de véhicules automobiles (non reliés à la circulation)	15 (.000007)	19 (.000007)	5 (.000109)
Accidents de transport par eau	20 (.000009)	58 (.000021)	3 (.000066)
Accidents de transport aérien	24 (.000011)	47 (.000017)	1 (.000022)

NOTA

1. Population totale des provinces: Alberta - 2,237,725
   C.-B. - 2,744,465
   T.N.-O. - 45,740

2. Les nombres entre parenthèses indiquent le rapport type d'accident - population pour chaque province, à partir de données de 1981. L'on présume que ce rapport est constant pour toute la province.

3. Population à l'intérieur du Corridor environnemental: Alberta - 51,369
   C.-B. - 30,371
   T.N.-O. - 3,639

Document de référence: Recensement du Canada de 1981, Statistiques Canada.

ANNEXE E
DE L'ÉEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

RÉPARTITION DE LA POPULATION

COMMUNAUTÉ		POPULATION
TERRITOIRES DU NORD-OUEST		
Bennet Field (terrain d'aviation)		u
Catelina Stip (terrain d'aviation)		u
Creek Bend (terrain d'aviation)		u
Fort Good Hope		463
Fort Liard		405
Fort Norman		286
Fort Simpson		980
Little Chicago		(25)
Nahanni Butte		85
Netla		(25)
Norman Wells		420
Thunder River		178
Tuktoyaktuk		772
	Total	3639
COLOMBIE-BRITANNIQUE		
Arras		(25)
Attachi		(25)
Baldonnel		61
Bear Flat		(25)
Bond		(25)
Brier Ridge		(25)
Cecil Lake		(25)
Charlie Lake		280
Chetwynd		2353
Clayhurst		(25)
Dawson Creek et South Dawson		11373
Doe River		(25)
East Pine		17
Farmington		(25)
Farrell Creek		(25)
Fellers Heights		(25)
Fort St John		13891
Ground Birch		(25)

.../99

ANNEXE E
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

COMMUNAUTÉ	POPULATION
Hudson Hope	1365
Jedney (terrain d'aviation)	u
Mason Creek	(25)
Moberly Lake	19
Pink Mountain	17
Progress	34
Prophet River	55
Rolla	82
Shearer Dale	(25)
Sikanni Chief	u
Sunrise Valley	(25)
Steamboat	(25)
Tomslake	31
Trutch	(25)
Tupper	50
Two Rivers	(25)
Willowbrook	(25)
Wonowani	93
Total	30371

ALBERTA

Agnes Lake (terrain d'aviation)	u
Amesbury	(25)
Arcadia	(25)
Atikameq	(25)
Bay Tree	(25)
Bellay	15

ALBERTA (suite)

Bezanson	u
Blueberry Mountain	(25)
Bonanza	(25)
Breynat	44
Calais	(25)
Calling Lake	(25)
Canyon Creek	145
Cherry Point	(25)
Christina Basin (terrain d'aviation)	u

.../100

ANNEXE E
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

COMMUNAUTÉ	POPULATION
Clairmont	852
Codesa	(25)
Cold Lake	2110
Crooked Creek	(25)
De Bolt	117
Demitt	(25)
Desmaris	260
Dimsdale	25
Donnelly	336
Dunvegan	36
Eaglesham	208
Enilda	142
Fahler	1102
Faust	339
Gift Lake	428
Girouxville	325
Goodwin	(25)
Grand Centre	3146
Grand Prairie	24236
High Prairie	2506
Homestead	(25)
Hythe	639
Imperial Mills	58
Indian Village	15
Iron River	(25)
Jean Coté	68
Joussard et Joussard Station	330
Kathleen	(25)
Kenzie	(25)
Kinuso	285
La Corey	18
Lac La Biche	2007
La Glace	165
Lessard	(25)
Marten Hills (terrain d'aviation)	(25)
Meridian (terrain d'aviation)	34
McLennon	1125
Nipisi (terrain d'aviation)	(25)
Philomena	(25)

.../101

ANNEXE E
DE L'EEI DU ALCM
30 SEPTEMBRE 1983

COMMUNAUTÉ		POPULATION
Plamondon		(25)
Prestville		(25)
Primrose		(25)
Round Hill		121
Rycroft		649
Sexsmith		1180
Silverwood		(25)
Slave Lake		4506
Snuq Cove		(25)
Springburn		(25)
Spirit River		(25)
Sturgen Heights		13
Tangent		48
Triangle		(25)
Valhala Centre		45
Valleyview		2061
Wabasca		301
Wanham		266
Watino		54
Webster		(25)
Woking		106
	Total	51369
	Grand total	85379

NOTA

1. u - inhabitée

2. ( ) - dénote une communauté non incorporée/non organisée avec cinq bâtiments ou moins et dont on évalue la population à 25 habitants ou moins. Statistiques Canada n'a pas produit d'énumération distincte pour ces communautés pour 1981.

3. Tous les nombres d'habitants ont été tirés de Liste de référence des noms de localité - Provinces de l'Ouest et Territoires du Nord-Ouest (Statistiques Canada, document de référence 99x906) fondée sur le recensement de 1981.

.../102

BIBLIOGRAPHIE

1. J.H. Wiggins Company, 1979 - Candidate Environmental Impact Statement for ALCM (AGM-86B) Missile Test, Rapport technique 79-1318-2.

2. J.H. Wiggins Company, 1979 - Hazards Analysis for the ALCM (AGM-86B) Inland Tests, Rapport technique 79-1318-1.

3. J.H. Wiggins Company, 1979 - Supplementary Environmental Assessment to the ALCM CEIS for Development Tests.

4. Direction des plans aériens, février 1981, An Initial Environmental Evaluation on a Proposal to Conduct Low-Level Flying Training from Goose Bay Labrador.

5. Statistiques Canada 1981, Liste de référence des noms de localité - Provinces de l'Ouest et Territoires du Nord-ouest, Document de référence 99x906.

6. Statistiques Canada 1981, Statistiques sur les accidents, les blessures et les pertes de vie pour le Canada.

7. Transports Canada 1981, Rapport annuel, Statistiques sur les mouvements d'aéronefs, TP 577.

8. PPC 120, chapitre 37 - Contrôle de la pollution.

9. Imperial Oil Ltd., 1978. Final Draft Environmental Impact Assessment, Cold Lake Project, volume I. Pour le ministère de l'Environnement de l'Alberta, par Resources Management Consultants (Alberta) Ltd., Edmonton, Alberta.

10. Imperial Oil Ltd., 1978. Final Draft Environmental Impact Assessment, Cold Lake Project, volume II. Pour le ministère de l'Environnement de l'Alberta, par Resources Management Consultant (Alberta) Ltd., Edmonton, Alberta.

11. Dome Petroleum Ltd., Esso Resources Canada Ltd. et Gulf Canada Resources, 1982. Environmental Impact Statement for Hydrocarbon Development in the Beaufort Sea - MacKenzie Delta Region. Volume 1: Summary, Volume 3A: Beaufort - Delta Setting, volume 3C: Mackenzie Valley.

12. Berger, Thomas R., "Northern Frontier Northern Homeland", Report of the Mackenzie Valley Pipeline Inquiry, volumes 1 et 2, 1977.

.../103

13. Pipeline Application Assessment Group, 1974, MacKenzie Valley Pipeline Assessment - Environmental and Socio-Economic Effects of the Proposed Canadian Arctic Pipeline on the Northwest Territories and Yukon, publié avec l'autorisation du ministère des Affaires indiennes et du Nord.

POOR

QUALITY

ORIGINAL